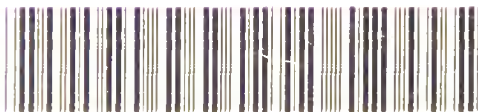
Las Obras de Salubridad de la Ciudad de Buenos Aires

Hon. Richard Clere Parsons


22500483438

His Excy Don Juan Idiarte Borda
with the author's compliments

LAS

OBRAS DE SALUBRIDAD

DE LA CIUDAD DE

BUENOS AIRES

CLOACAS, DESAGÜES, Y PROVISIÓN DE AGUA

POR

THE HON. RICHARD CLERE PARSONS

ARTIUM MAGISTER, SOCIO DE LOS INSTITUTOS DE INGENIEROS CIVILES Y MECANICOS DE LÓNDRES Y DEL DE INGENIEROS CIVILES DE PARIS

Traducción de una Memoria leida ante el Instituto de Ingenieros Civiles de Lóndres, el 14 *de Enero de* 1896, *bajo la presidencia de* Sir BENJAMIN BAKER, K.C.M.G., F.R.S., *Presidente del Instituto, y publicada con el permiso del Consejo directiva*

LÓNDRES
GILBERT & RIVINGTON, LIMITED
1896

PREFACIO.

La siguiente descripción de las obras de salubridad de la ciudad de Buenos Aires ha sido escrita, no sólo con el objeto de hacer constar los detalles de una obra única en su género, sino también para popularizarla, á fin de que los habitantes de esa capital pueden darse cumplida cuenta de la magnitud de la empresa que se ha llevado á cabo, venciendo dificultades de todo género, y en cuya obra se han invertido, con provecho, crecidas sumas de dinero.

Sometido este trabajo á la consideración del Instituto de Ingenieros Civiles, ha honrado á su autor, dicerniéndole una medalla y un premio en reconocimiento de su importancia.

Se ha dicho que las obras que forman el objeto de este trabajo son únicas en su género, y así es, pues hasta ahora ninguna ciudad de la importancia de la de Buenos Aires ha establecido una red completa de instalaciones para provisión de agua y desagüe, de las que ninguna existía anteriormente, llevando á cabo los trabajos necesarios dentro de un período relativamente corto.

Las obras análogas que existen en otras grandes ciudades tuvieron su origen hace muchas generaciones, y las instalaciones respectivas han ido ensanchándose á medida de las necesidades causadas por el aumento de la población, teniendose que conservar muchos trabajos existentes que no

responden á los progresos actuales de la ciencia sanitaria, aunque se haya hecho mucho para reformarlos en lo posible.

En el caso de Buenos Aires, como al tiempo de iniciarse estas obras no existía desagüe alguno, y sólo una provisión de agua muy incompleta, fué posible el proyectarlas de la manera más adecuada á las necesidades y adelantados de la época, y tener en vista además los ensanches que habrían de necesitarse, con el aumento de la población.

Fué en esta inteligencia, pues, que las obras para proveer de agua y de medios de desagüe á la ciudad de Buenos Aires, y para la remoción de las aguas de tormenta, fueron proyectadas, en 1870, por el finado Sr. J. F. La Trobe Bateman, F.R.S., y han sido más que justificadas las previsiones de este Ingeniero, no sólo acerca de la influencia que tendrían aquellas instalaciones en la salubrificación de la ciudad, sino también respecto de los ensanches que se harían necesarios para hacer frente al rápido adelanto de su población.

Por otra parte es cierto que, una vez que el público se haya dado bien cuenta de las grandes ventajas que reportan estas obras á la ciudad, de las que ya ha empezado á apercibirse, como lo han proclamado sus autoridades sanitarias no podrá menos que apreciar debidamente, no sólo los prolongados esfuerzos que su ejecución ha costado al Gobierno, sino también la nunca desmentida energía que han desplegado los ingenieros para proyectarlas y llevarlas felizmente á cabo.

En presentando al público la traducción castellana se han aprovechado los últimos datos de población y demografía, completando así los apéndices hasta el fin del año pasado.

R. C. Parsons.

Lóndres,
Octúbre, 1896.

LAS

OBRAS DE SALUBRIDAD

DE LA CIUDAD DE

BUENOS AIRES

CLOACAS, DESAGÜES, Y PROVISIÓN DE AGUA

POR

THE HON. RICHARD CLERE PARSONS, M.A., M.Inst.C.E.

La ciudad de Buenos Aires está situada en el margen Oeste del Río de la Plata, en un sitio en donde la anchura de éste excede de 50 kilómetros. En este punto el suelo se halla á la altura de unos 18 metros sobre el nivel del agua, formando una barranca, cerca de la cual corre el río, mientras que á cada lado existen bañados que se extienden, en una distancia considerable, entre el río y los terrenos altos.

Es indudablemente por esta razón que este punto fué elegido como sitio de la ciudad, y de ahí probablemente el origen de su nombre, hallándose el paraje libre de las emanaciones de los bañados, que se habrán experimentado, tanto aguas arriba como aguas abajo. Un motivo adicional para la elección del sitio era que el Riachuelo de las Matanzas, que allí desemboca en el río, formaba un cómodo puerto natural para buques pequeños, siendo éste, hasta hace poco, el único que poseía la ciudad.

El plano general de Buenos Aires, Fig. 1, Lámina 1, indica los varios distritos en que fué necesario dividir la ciudad, al proyectarse las obras que van á describirse. La parte principal de la ciudad, A, tiene por límite, al sur y al oeste, una escarpada barranca, la que, en un tiempo, era indudablemente bañada por las aguas del río.

El distrito llano y bajo, B, ó sea la Boca y Barracas, queda sumergido, en su mayor parte, cuando se producen repentinas avenidas en el Riachuelo, ó durante las crecientes excepcionalmente fuertes del río. Las faldas de la barranca y una estrecha lonja de tierra entre ésta y el río se incluyen en el área C, la que es sujeta á inundaciones parecidas, cuando se producen mareas muy altas. El área D, que forma la cuenca de un pequeño arroyo, que ha quedado interceptado por las obras de desagüe, es algo más baja, y forma un distrito aparte. Se indican en E los terrenos ganados al río por las obras del puerto, recientemente construidas; la provisión de agua y desagüe de estos terrenos, si bien no se han efectuado aún, fueron previstos al proyectarse las obras. En la margen sud del Riachuelo se halla un barrio populoso, llamado Barracas al Sur, que no está comprendido en el radio abrazado por las obras de salubridad.

En la mayor parte de su extensión la ciudad está edificada con suma regularidad, cruzándose entre sí las calles en ángulos rectos, y á distancia de 150 varas españolas, ó sea una reconocida medida lineal, llamada cuadra. El área contenida entre cada cuatro calles ó cuadras, ó sean 22,500 varas cuadradas, es también una medida reconocida, y se llama "manzana." Las calles, en general, son algo estrechas, siendo su anchura, entre las casas, de unos $9^{m}.50$ en la parte central, ó sea la más antigua, y de unos 14 metros en

los suburbios; las veredas tienen respectivamente $1^{m}.50$ y 2 metros de anchura.

El plano de comprobación á que se refieren los niveles siguientes es el oficial adoptado por el Departamento de Obras Públicas y queda á 19 metros debajo del pórtico de la Catedral, cuyo punto puede considerarse como el nivel medio del distrito A, la parte más alta del cual está á unos 6 metros sobre ese nivel. El nivel del terreno varía en el distrito B entre $2^{m}.20$ y $4^{m}.50$, en el C entre $4^{m}.50$ y $17^{m}.00$, y en el D entre $4^{m}.50$ y $13^{m}.50$ sobre el plano de comprobación. El distrito E es virtualmente llano, y se halla á unos $4^{m}.50$ sobre dicho plano. Los niveles medios respectivos de la pleamar y de la baja mar son $1^{m}.30$ y $0^{m}.40$ sobre el plano de comprobación, pero el nivel del agua está sujeto á fluctuaciones considerables, habiéndose observado que ha bajado hasta $-2^{m}.05$, y ha subido hasta llegar á $+4^{m}.30$. Fuerza es decir, sin embargo, que estas variaciones extremas son raras, pudiéndose tomar, como límites de las variaciones ordinarias, los niveles de $-0^{m}.90$ y $+2^{m}.90$ respectivamente.

La lluvia anual en la provincia de Buenos Aires varía considerablemente, pues años ha habido en que hubo tan sólo 510 milímetros y otros en que ha alcanzado á $1^{m}.20$, habiendo sido de 850 milímetros el término medio de la lluvia en diez años consecutivos. Aun cuando se registra en la Universidad la lluvia diaria, estas observaciones no dan datos respecto de la copiosidad de ella durante cortos períodos. Es bien sabido, sin embargo, que en las repentinas tormentas que suelen producirse á menudo, han caido $0^{m}.100$ de lluvia dentro de una hora; y en 1884, cuando se produjo una seria inundación, la lluvia alcanzó á $0^{m}.230$ en 24 horas.

También se han observado $0^{m}.145$ en cuatro horas consecutivas.

La ciudad de Buenos Aires está edificada enteramente sobre depósitos aluviales, y en la margen sud del Río de la Plata no se encuentra roca alguna en una distancia de 400 kilómetros. En la costa, al nivel del agua, y debajo de la ciudad á una profundidad variable, se halla un depósito de arcilla gris endurecida, llamada "tosca," mientras que encima de ésta existe una arcilla dura rojiza, llamada "tierra pampeana,"[1] que llega casi hasta el nivel del suelo, en toda la ciudad. En ambos depósitos se hallan los restos fósiles de animales antediluvianos, como ser megaterios, en un perfecto estado de conservación. Tanto la tosca como la tierra pampeana son compactas, libres de fallas, y perfectamente adecuadas para soportar los cimientos de grandes y macizos edificios.

Los meses de más calor del año son Diciembre, Enero y Febrero, en los que la temperatura en la sombra, en el jardin del Observatorio, ha subido hasta 39.5 grados, y á menudo se ha registrado una de 35 gradas. Los meses más fríos, como regla general, son Junio, Julio y Agosto, en los

[1] La composición química de cste depósito consta del siguiente análisis hecho por el Dr. Arata ("El clima y las condiciones higiénicas de Buenos Aires," 1889):—

	Por ciento.
Agua y sustancias volátiles	1.860
Sílice	82.325
Alúmina	9.975
Óxido dc hierro	3.253
Carbonato de calcio	1.122
Óxido de magnesio	0.984
Ácido fosfórico, ácido sulfúrico, cloro, potasa, sosa, etc.	0.481.
	100.000

que suele helar ligeramente, siendo debidas generalmente estas heladas á la intensidad de la radiación, pues la atmósfera en el invierno es generalmente serena y libre de neblinas. De ahí, pues, que se forme una delgada capa de hielo en los charcos, en parajes abrigados, la que, sin embargo, desaparece muy pronto bajo la acción de los rayos solares.

Los países del Plata están sujetos á violentos vendabales, que generalmente soplan del sudoeste, por sobre la pampa, y son conocidos por "pamperos." La velocidad máxima de estos vientos que se ha registrado en el Observatorio de Buenos Aires es de 160 kilómetros por hora. También se han producido ciclones destructivos, pero éstos son de efecto local, y no existe constancia fidedigna acerca de la fuerza de los mismos.

En el año de 1870 el finado Sr. J. F. La Trobe Bateman, F.R.S., ex presidente del Instituto de Ingenieros Civiles, fué consultado por el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires respecto de la construcción de un puerto para esa capital, y también acerca del ensanche de la provisión de agua, y de la instalación de una red de cloacas. En esa época la provisión de agua era del todo inadecuada, y no existían medios para el desagüe de las fuertes lluvias. Las aguas cloacales iban á parar á pozos negros, los que estaban impregnando el subsuelo, con serio perjuicio de la salubridad pública. En la época aludida se produjo una epidemia de fiebre amarilla, que dió lugar á una mortalidad muy fuerte, y que tuvo por efecto el apresurar la iniciación de las obras de salubridad que se van á describir más adelante.

Las instalaciones para la provisión de agua que entonces existían fueron proyectadas por el finado Sr. Juan Coghlan,

M. Inst. C.E., habiendo sido ejecutados los trabajos bajo su dirección. El agua se tomaba del río en un punto inmediato á la ciudad, aguas arriba, y después de pasar por filtros de arena, se alzaba, por medio de bombas, á un depósito, para ser distribuida desde allí por caños de fierro fundido, colocados en las principales calles de la parte central de la ciudad. La capacidad diaria máxima de estas obras era de 6,800,000 litros.

Como esta provisión era insuficiente para las necesidades de la población, ella se suplementaba con agua llovediza almacenada en depósitos subterráneos, llamados algibes, ó bien con agua sacada del río, y distribuida, sin filtrar, por medio de carros.

Era, pues, cuádruple el proyecto que el Sr. Bateman tenía que formular, pues constaba de la construcción de un puerto, de la introducción de una completa provisión de agua, de la remoción del agua llovediza durante las fuertes lluvias, y del establecimiento de los desagües de la ciudad. Los proyectos para estas varias obras están íntimamente ligados entre sí, pero serán descriptos, en tanto sea posible, en el órden en que éstas fueron ejecutadas. Como la construcción del puerto ha pasado á otras manos, bastará observar que éste se ha establecido en la misma posición que había sido elegida por aquél, y que la única diferencia esencial entre su proyecto y el que ha sido ejecutado consta de la introducción de esclusas, destinadas á mantener el agua en los diques á un nivel casi constante.

Investigaciones Preliminares.

Provisión de Agua.—Antes de resolverse cuál sería la fuente de donde habría de surtirse la ciudad, fueron some-

tidas al análisis del Dr. Frankland muestras de agua del río, extraidas en el punto de la toma para la provisión existente, y también en un paraje situado 5½ kilómetros más al norte, que parecía apropiado para la nueva toma. Los resultados obtenidos constan del siguiente cuadro, conjuntamente con los correspondientes al agua del Támesis que se suministra á Lóndres, y á la del lago Katrine, de donde se surte la ciudad de Glasgow:—

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS, EXPRESADOS EN PARTES POR 100,000.

——	Bs. Aires provisión existente.	Bs. Aires provisión á establecerse.	Lóndres agua del Támesis.	Glasgow, agua del lago Katrine.
Total de impurezas sólidas .	15.8	10.24	30.94	3.00
Carbono orgánico . . .	—	—	0.399	0.161
Azoe „ . . .	—	—	0.048	0.011
Amoniaco	0.003	0.002	0.001	0.001
Azoe en forma de nitratos y nitritos	—	—	0.346	—
Azoe combinado, total . .	—	—	0.395	0.012
Contaminación anterior cloacal	—	—	3.150	—
Cloro	2.10	1.82	1.89	0.91
Dureza provisoria . . .	2.44	2.31	—	—
Dureza permanente . .	2.43	2.56	—	0.30
Dureza total	4.87	4.87	17.30	0.30
Substancias minerales en suspenso	2.10	2.36	vestigios	—
Substancias orgánicas en suspenso	0.20	0.20	vestigios	—
Total de substancias en suspenso	2.30	2.56	vestigios	—

Las aguas del Río de la Plata son turbias en extremo, sobre todo después de haber llovido copiosamente en la cuenca de éste. La materia en suspención consta de arcilla y arena aluviales, de suma fineza, de las que se depositan una gran parte, cuando el agua queda en reposo durante algunas horas, pero aun así ella queda opalina, y este

aspecto lo conserva, se puede decir, permanentemente. El professor Dr. Kyle, de Buenos Aires, y otros, han verificado numerosos experimentos á fin de determinar si era posible conseguir que ella se volviera cristalina, bien sea agregándosele substancias químicas, ó bien empleándose especiales medios de filtración. Pudo notarse que tanto el cloruro de calcio como el sulfato ó el cloruro de alúmina, y el sulfato de hierro, producían la deposición de las referidas partículas, y que después de pasar el agua así tratada por un filtro de arena, ella quedaba perfectamente límpida. También se notó que un filtro de carbón animal, ó uno de Chamberland, de porcelana, bastaba para producir el mismo resultado. Los numerosos experimentos que se llevaron á cabo, sin embargo, demostraron que los filtros de arena fina eran los más adecuados para la provisión de una cantidad abundante de agua potable, á un costo razonable, y aun cuando ella queda algo turbia, aun después de filtrada, no es perjudicial á la salud, en manera alguna. El agua es francamente alcalina, y tiene un efecto muy destructivo en el fierro dulce y en el acero.

Habiendo averiguado, pues, el Sr. Bateman que el agua del río, una vez filtrada, era del todo aparente para la provisión de la ciudad, presentó un informe á la Comisión de las obras en el año 1871, en el que exponía detalladamente su parecer respecto de la cantidad á suministrarse, y de las obras que serían necesarias para ese fin. Como los datos del censo no eran fidedignos, se investigó prolijamente el número de personas residentes en la parte de la ciudad que se proyectaba dotar de cloacas y de agua corriente, y quedó resuelto que desde un principio dichas obras habrían de construirse para una población de 200,000 almas, y que era de

esperarse un notable aumento en una fecha no lejana. Basándose en el consumo observado en ciudades de Inglaterra dotadas de obras de salubridad, y calculando una cantidad mayor á consecuencia de la temperatura más elevada, el Sr. Bateman conceptuó que debería hacerse frente á un consumo de 182 litros diarios por cabeza, y además, que debería contarse con que la población se habría de duplicar, y algo más, en veinte años. Se resolvió, por lo tanto, que las obras habrían de tener una capacidad máxima de 72,700,000 litros entregados en la ciudad cada veinticuatro horas; y además, que como el consumo era más intermitente que en la mayor parte de las ciudades, la capacidad del depósito de servicio, así como el tamaño de los caños de distribución, deberían determinarse en el concepto de hacer frente á un rendimiento muy superior al consumo medio diario. También acordóse que sólo habrían de construirse desde ya, con su capacidad definitiva, las partes de las obras que no eran susceptibles de duplicarse con facilidad, y que las demás sólo tendrían, por lo pronto, una capacidad diaria de 36,350,000 litros.

Cloacas.—En 1870, las aguas cloacales caían á pozos negros no revestidos. Cuando éstos se llenaban, solían vaciarse por medio de carros atmosféricos, sobre todo en las casas de la gente pudiente. En las de segundo orden se cavaba un segundo pozo inmediato al primero, destinado á recibir el sobrante de éste, y así sucesivamente, habiendo llegado á abrirse hasta once pozos negros debajo de una sola casa.

En vista de lo abundante de la proyectada provisión de agua, se resolvió la adopción del sistema de la remoción total de los residuos por medio del agua. En vista también de la

alta temperatura reinante en ciertas épocas del año, se dispuso la pendiente de las cloacas de manera á que las aguas que penetrasen á ellas en el punto más retirado de la desembocadura, habrían de llegar allí dentro de las doce horas. Simultáneamente con el establecimiento de la provisión de agua habría de completarse la red de cloacas, y de ligarse á ellas las casas, pues de lo contrario los pozos habrían de rellenarse demasiado, con peligro de la higiene de la ciudad.

Se había pensado en adoptar un sistema similar al que entonces se empleaba en Lóndres para el desagüe al Támesis, es decir, almacenar las aguas cloacales durante el flujo, y una vez pasada la pleamar, abrir las esclusas, y dejarlas caer al río. Antes de resolver este punto, sin embargo, se llevó prolijamente á cabo una serie de experimentos, por medio de boyas echadas al agua en el punto en donde se pensaba establecer la desembocadura, á objeto de determinar las leyes que regulaban la dirección y la rapidez de las corrientes. Estas boyas fueron lanzadas en distintos períodos de la marea, pero el objeto principal de los experimentos era el determinar hasta qué distancia, arriba del punto de descarga, podrían llegar las aguas cloacales, bajo las condiciones más favorables, para ello, de marea y viento. Las posiciones de estas boyas fueron anotadas periódicamente, tanto de día como de noche, por medio de rumbos cruzados, consignándose sus respectivos trayectos en los planos. Estos experimentos demostraron que las corrientes del río eran más afectadas por los vientos que por la marea, y que si las aguas cloacales se echaban al río cada doce horas, como en Lóndres, á la hora en que la marea empieza á bajar, sucedería á menudo que el río estaría creciendo, en lugar de

bajar, y que aquellas aguas se llevarían en dirección inversa á la calculada. Se resolvió, por lo tanto, que la descarga sería continua, y que ella habría de efectuarse en un punto mucho más lejos, aguas abajo, que el que se había pensado adoptar, en un principio, de suerte que bajo ninguna combinación posible de marea y de viento pudiesen llegar las aguas cloacales á contaminar la provisión de agua, ó á ser un perjuicio, en manera alguna, para la salud de la población. La desembocadura se ubicó, pues, al sur del pueblo de Quilmes, y á una distancia como de 19 kilómetros de la ciudad. Se discutió, al mismo tiempo, la cuestión de si habría de regarse una grande área de tierra con las aguas cloacales, pero hasta el presente nada se ha hecho en ese sentido, si bien el conducto de desagüe se ha llevado en una dirección que sería aparente para ese fin, si se resolviera algún día llevar á cabo tal proyecto.

Anteriormente á la construcción de las obras, las grandes cantidades de agua que provenían de las fuertes lluvias llegaban hasta el río recorriendo las calles de la ciudad, algunas de las cuales se habían bajado hasta dos metros debajo de las veredas, para que pudiesen dar paso á las aguas sin que las casas adyacentes se inundasen. Sucedía á menudo que el agua en ciertas calles llegaba á tener varios piés de profundidad, y casos hubo en que caballos y coches fueron arrastrados por estos torrentes. Las obras que nos ocupan han impedido del todo la repetición de estas inundaciones, dando lugar á un aumento correspondiente en el valor de las propiedades.

La Provisión de Agua.

Torre de Toma.—Esta torre, Figs. 2 y 3, Lámina 1, por la que entra toda el agua destinada al consumo de la ciudad, se halla en el punto G, Fig. 1. Este paraje se eligió porque la playa, que está á veces en seco hasta distancia de 1000 metros de la margen del río, cae repentinamente allí á una profundidad mayor que la que se ha observado en ningún otro sitio en las inmediaciones.

Para proceder á la construcción de esta obra, se empezó por establecer un entramado de pilotes en el sitio designado, colocándose en él un martinete, susceptible de funcionar en un círculo del radio de $7^{m}.60$, igual al del contradique circular que se proyectaba construir. Luego se clavaron pilotes de $0^{m}.305$ labrados para ese radio, uno contra el otro, hasta la tosca, que se hallaba á una profundidad de 3 metros debajo del lecho del río, y una vez terminado el círculo, se bombeó el agua que contenía, resultando del todo satisfactoria la obra así hecha.

Con el fin de conseguir buenos cimientos para las paredes de la torre, se construyó un cilindro de ladrillo, del diámetro interior de 3 metros, con paredes del espesor de $0^{m}.50$ hasta la profundidad de $4^{m}.25$ debajo del lecho del río, alrededor de cuyo cilindro se construyeron doce cubas, de forma octagonal, de $1^{m}.78$ entre sus lados opuestos, llevadas hasta la profundidad de $3^{m}.00$. Luego se cavó un pozo, de $2^{m}.24$ de diámetro, dentro del cilindro central, hasta los $1^{m}.98$ debajo del plano de comprobación, ó sean unos $10^{m}.50$ debajo del lecho del río. El revestimiento de este pozo se prolongó hacia arriba, de un espesor de $0^{m}.61$, y del diámetro de

$2^m.66$ hasta el nivel de las más altas mareas, y en sus costados se insertaron cuatro válvulas de paso, para regular la admisión del agua. La torre se edificó alrededor de este pozo, de hormigón revestido de ladrillo, sirviéndole de cimientos las doce cubas octagonales. La torre es cuadrada, con mochetas de granito. En la parte inferior, frente á las válvulas ya mencionadas, se hallan cuatro aberturas para el agua, con fuertes rejas de fierro para impedir la entrada de maderos y demás substancias flotantes. Las paredes de la torre se han llevado hasta unos 5 metros arriba del pozo interior, y en este espacio se ha construido un piso, formándose así una cámara, en la que se halla el mecanismo para el funcionamiento de las válvulas. Las paredes de esta parte superior son construidas de bloques de hormigón, con mochetas y cornisa de granito.

En el punto H, Fig. 1, se cavó también un pozo, de diámetro de $2^m.24$ hasta la profundidad de $1^m.83$ debajo del plano de comprobación, en la línea del túnel, en la margen del río, y á distancia de 1609 metros de la torre de toma.

Túnel.—Quedó resuelto que el túnel entre ambos pozos habría de perforarse al nivel de $0^m.46$ arriba del plano de comprobación en la toma, con una pendiente de $0^m.46$ en el trayecto hasta llegar al otro pozo. En ese trayecto fueron construidos otros cuatro pozos intermediarios. Se había creido, al juzgar por las excavaciones hechas para los pozos terminales, que no se hallaría sino poca agua en la perforación del túnel, pero esta predicción resultó errónea, y se tropezó con grandes dificultades al llevar adelante los trabajos. La fuerza motriz para el bombeo de que disponían los contratistas resultó insuficiente, y dió fiasco, debido á lo defectuoso de los elementos empleados, un ensayo que se hizo

en el sentido de utilizar la presión neumática. Finalmente, sin embargo, y á fuerza de aumentar los elementos de agotamiento en los varios pozos, pudo completarse la obra.

También se tocó con dificultades considerables en el revestimiento del túnel, pero ellas fueron vencidas al fin, mediante la colocación de un caño de desagüe de $0^{m}.305$ debajo del túnel, que descargaba en los pozos. Los ladrillos estaban cimentados en secciones de á cuatro cada una, y de esta manera pudieron suprimirse los cimbrajes. Resultó muy difícil el formar una junta impermeable entre las varias secciones, pues el cimento solía ser arrastrado por el agua antes de que tuviera tiempo de fraguar.

Si bien el agua del río es sumamente turbia, la que penetraba al túnel era cristalina y mucho más dura que aquélla, lo que parece demostrar que no era debida á infiltraciones del río, sino que había recorrido grandes distancias debajo de tierra en dirección al río. Esta conclusión está confirmada por el resultado de las observaciones practicadas por el Dr. Arata, quien pudo notar, por medio de una serie de pozos perforados en la tosca, que el agua del subsuelo en las inmediaciones de Buenos Aires se movía continuamente en una dirección determinada. Existen muy pocos ríos en toda el área de la República, á pesar de que en la mayor parte de ella la lluvia media anual es regularmente abundante, de manera que parece que el agua del subsuelo llega á la mar por la via subterránea.

Una vez terminado el pozo en la margen del río, se edificó encima una casa de máquinas, en la que se colocó una bomba centrífuga de eje vertical, movida por una máquina horizontal de alta presión, para el agotamiento del túnel, siempre que

fuera necesario efectuar su limpieza. A consecuencia de las dificultades que se experimentaron en la perforación de este túnel, según ya se ha referido, había quedado terminado algún tiempo antes el conducto destinado á llevar el agua desde el pozo que se acaba de mencionar hasta la casa de máquinas en I, Fig. 1. La experiencia adquirida en la excavación de los pozos para el túnel demostró que habría de tropezarse con una gran cantidad de agua en el subsuelo, y en su consecuencia se había resuelto reducir en lo posible la profundidad á que habría de construir el referido conducto, de manera que así se produjo una diferencia de $6^{m}.70$ entre el nivel del túnel subfluvial y el del subterráneo, y de ahí la necesidad de una bomba especial para el agotamiento de aquél.

El segundo túnel, que empieza en H al nivel de $6^{m}.47$ sobre el plano de comprobación, fué perforado por intermedio de catorce pozos de trabajo, con una pendiente de 1 en 6320. Ambos túneles tienen una capacidad de 91,000,000 litros diarios. Diez de los catorce pozos quedan abiertos, habiendo sido practicadas las entradas á los mismos arriba del nivel de las más altas crecientes; sirven estos pozos para ventiladores, lo mismo que para la limpieza del túnel, cuando ella se hace necesaria.

Establecimiento Recoleta.—El túnel termina en lo que se llama el Establecimiento Recoleta, Fig. 4, Lámina 1, en donde se efectúa la eliminación de las materias en suspenso en el agua. Ella se alza desde el túnel y se echa á los depósitos de asiento por medio de las bombas de la casa de máquinas núm. 2, siendo de unos 6 metros la altura del alzamiento, en condiciones normales. Desde los depósitos de asiento el agua corre á los filtros, y, pasando por éstos,

llega á los depósitos de agua filtrada, que se hallan debajo de aquéllos, siendo luego impelida hasta el depósito de servicio por los motores de la casa de máquinas num. 1, lo que importa alzarla á una altura que varía entre 56 y 74 metros según la sección del depósito á que se envía.

Casa de Máquinas num. 2.—En esta casa se han instalado dos motores horizontales de condensación, cada uno de los cuales hace funcionar un juego de bombas triples, con capacidad para 36,350,000 litros de agua en 24 horas. Se está construyendo un duplicado de esta casa, que fué construida en 1874, y las máquinas que se están armando, Figs. 19 y 20, constan de dos pares, siendo la capacidad de cada uno de 47,750,000 litros en 24 horas. Son motores "compound" y de funcionamiento directo, hallándose los cilindros de alta y de baja presión directamente encima de las bombas á que están ligados. La cabeza del vástago de cada émbolo está unida directamente á idéntica parte de la bomba por medio de dos barras, entre las cuales giran los cigüeñales, y oscilan las bielas. Las válvulas de ingreso y de salida son independientes una de otra, y son equilibradas, siendo puestas en movimiento por levas.

Las bombas, que son similares á las existentes, son de una construcción algo peculiar, pues todas las válvulas son circulares, y son hechas de cauchou. Se hallan colocadas en las tapas superiores, siendo por consiguiente, perfectamente accesibles, y son de área tan amplia que se evita toda pérdida de fuerza debida al rozamiento del agua en las mismas. Las calderas para estas máquinas son tres, y del tipo multitubular, siendo cilíndricas y de un solo flus; la presión que deben mantener es de 8 atmósferos. Los gases, después de salir del flus central, regresan al centro, por los

costados, y pasan de allí por debajo de la parte posterior de las calderas. Antes de llegar á la chimenea, pasan por un aparato de Green, para calentar el agua de alimentación.

Depósitos de Asiento.—Los depósitos de asiento, Figs. 5 y 6, Lámina 1, son en número de tres, cubriendo cada uno de ellos un área de unos 9700 metros cuadrados, estando el nivel máximo del agua á los $16^{m}.20$ sobre el plano de comprobación. Son dotados de paredes trasversales dispuestas de manera á formar un canal continuo que debe recorrer el agua antes de llegar á los filtros. El largo de este trayecto es de 945 metros. Los tres depósitos funcionan en series de dos ó de tres, y se han proyectado para da paso cada uno á 18,175,000 litros por día. Mientras permanece el agua en el depósito, la materia aluvial en suspensión se va depositando paulatinamente en el fondo del canal, á la par que el agua clarificada se retira de la superficie por medio de un vertedero de ajuste, situado en el extremo del depósito. Como regla general, cada depósito se halla en servicio durante seis semanas, cuando se trasiega el agua á los filtros hasta donde lo permita la diferencia de niveles, es decir, unos 90 centímetros, dejándose que corra lo demás al río. En seguida se remueve todo el sedimento, arrastrándolo una pequeña cantidad de agua que se detiene para ese fin en el extremo más retirado del depósito, y que se deja escapar, alzando una compuerta. Con esta agua se lavan los costados y el fondo del depósito, hecho lo cual se deja que escape, por medio de boquetes, en su extremo inferior.

Los depósitos de asiento están construidos parcialmente debajo del suelo, siendo terraplenados en lo demás de su altura; los taludes son revestidos, según se indica en Fig. 5, con ladrillos de prensa puestos de canto con mortero, y

colocados sobre una doble hilera de ladrillos del país, también en mortero. La capacidad total de los depósitos de asiento, cuando todos se hallan en funcionamiento, es de 54,525,000 litros diarios, y aun cuando uno de ellos se inhabilite para su limpieza, puede seguirse dando la cantidad máxima mediante la aceleración de la corriente en los otros dos, lo que sólo tiene por efecto el llevar una pequeña cantidad adicional de materias aluviales á los filtros.

Filtros.—Los filtros, Figs. 1, 8, 9, 10 y 11, son en número de tres, formando cada uno un cuadrado de 76 metros de costado, con capacidad para filtrar 18,125,000 litros en 24 horas; descontando, sin embargo, el tiempo que debe emplearse en el lavaje de la arena, resulta que puede mantenerse un rendimiento medio de 45,000,000 litros diarios, con los tres filtros. El agua pasa desde los depósitos de asiento, por medio de un caño de $0^{m}.914$, á un pozo de válvulas, desde el cual puede distribuirse á uno ú otro de los filtros, á los que llega por medio de canales abiertos de $1^{m}.07$ de anchura por otro tanto de profundidad, que recorren tres costados de cada filtro, y tienen también ramales á lo largo de las paredes divisorias. En cada filtro hay veinticuatro aberturas laterales en los canales que dan acceso á las capas filtrantes, las que pueden cerrarse por medio de puertas de fierro, á fin de que cualquier compartimento pueda aislarse para su limpieza. La filtración del agua se opera á razón de 1 5 centímetros por hora, manteniéndose por lo regular, una profundidad de 90 centímetros de agua sobre la arena.

El material de filtración consta de una capa, del espesor de $0^{m}.61$, de arena fina, que descansa en otras sucesivas, del espesor de $0^{m}.15$ cada una, de arena gruesa, de pedregullo, y de piedra machacada, hallándose en esta última las canaletas

de salida, compuestas de ladrillos colocados con juntas abiertas, y formando canales rectangulares de $0^{m}.15$ por $0^{m}.12$, construidos trasversalmente al filtro, y á distancia de $2^{m}.97$ uno del otro. Estos canales desaguan á otro longitudinal, de $0^{m}.30$ de costado, que se halla puesto al pié de una de las paredes de cada compartimento de los filtros, y que desembocan todos, á su vez, en pozos formados contra las paredes laterales, de los que hay dos en cada compartimento. El agua sale finalmente del filtro por un orificio en una chapa horizontal colocada en el piso de estos pozos.

La rapidez de la filtración se regula automáticamente por un módulo parabólico que funciona en una chapa horizontal, Fig. 11, y que está construido con arreglo á la forma que corresponde á una descarga constante, bajo una presión variable. El módulo está puesto en movimiento por un flotante colocado dentro del pozo, y compensa las variaciones que resultarían en la rapidez de la filtración, debidas, bien sea á mayor profundidad de agua en los filtros, ó á diferencias en el estado de la arena. La profundidad del agua sobre la arena, aun cuando se mantiene por lo regular á 90 centímetros, es susceptible de variar entre $1^{m}.07$ y $0^{m}.15$, pues á este nivel se baja cuando se hace necesario sacar agua de la almacenada en los depósitos de asiento. La profundidad que se requiere para dar la presión necesaria para la filtración varía desde unos milímetros, estando la arena perfectamente limpia, hasta unos 60 centímetros cuando ella tiene algún tiempo de uso, y se ha llenado con el limo del agua; el agua en el pozo estará por consiguiente á una altura mayor en $1^{m}.50$, estando lleno el filtro y limpia la arena, que cuando el filtro está casi vacío y la arena sucia, y de ahí la necesidad de que el módulo esté construido de

manera á descargar iguales cantidades con esa diferencia de presión. Para reducir el largo del módulo se ha introducido un engranaje, debido al cual su carrera se reduce á la cuarta parte de la del flotante. Se consigue también otro medio de ajuste, mediante el cambio de las posiciones relativas de la rueda del flotante y del piñón, de manera que puede hacerse que varíe la filtración entre $0^{m}.15$ y $0^{m}.095$ por hora.

Depósitos de Agua Filtrada.—Debido á la considerable profundidad á que se dió con una base firme en el sitio de los filtros, y además para formar depósitos de agua filtrada, se resolvió establecer los filtros sobre bóvedas construidas á cierta altura, y dedicar el espacio así formado para depósito, Figs. 8 y 9. Estos depósitos se extienden en toda el área de los filtros, y tienen una profundidad de 3 metros, siendo su capacidad de 45,000,000 litros. Los filtros descansan en paredes continuas á distancia de $2^{m}.97$ unas de otras, ligadas por bóvedas semi-circulares sobre las cuales se colocan los materiales filtrantes, hallándose las canaletas de desagüe de los filtros en el riñón de las bóvedas. En el punto central, en donde se reunen los tres filtros, se ha formado un pozo, que alcanza á una profundidad de $3^{m}.35$ debajo del piso de los depósitos. El agua llega á este pozo, desde cada depósito, por medio de válvulas de paso, y de ahí corre á la casa de bombas núm. 1 por medio de un túnel que pasa por debajo del piso de uno de los depósitos. Otro pozo similar comunica con un túnel de desagüe que llega hasta el pozo de bombas de la casa de máquinas núm. 2, de manera que al vaciarse uno de los depósitos, el agua en el fondo del mismo pueda volverse á echar á los depósitos de asiento y filtrarse nuevamente, si fuera necesario.

Durante algunos años estos filtros quedaron expuestos

á las tormentas de ticrra y al sol tropical, durantc cl vcrano, contribuyendo aquello á ensuciar la arcna, y produciendo este último un limo vcrdoso en su supcrficie, el que tenía por efecto el impcdir que la filtración pudiese vcrificarse con la rapidez requerida. Se resolvió, por consiguicnte, techar los filtros, para excluir toda la luz. Los techos, Figs. 8 y 9, constan de pares embraguetados hechos de acero, de unos 24 metros dc luz, á distancia de 2^{m}.95 entre sí, y descansando en vigas enrejadas soportadas por columnas de hierro fundido, que descansan en las paredes de los filtros. La cubierta exterior está formada de fierro galvanizado ondulado, firmemente asegurado á los pares, y á los fierros ángulo, que ligan estos entre sí. En toda la extensión de cada cumbrera existen claraboyas, debajo de cuyos aleros hay ventiladores, para permitir el escape del aire caliente. El miembro inferior de cada par está dispuesto de manera á poderse ajustar en el sentido de su longitud, después de colocado en su sitio, á fin de conseguir una cumbre perfcctamente recta. Como el calor del sol es intenso en el verano, se hizo necesario colocar un cielo-raso de substancia que no condujera el calor, para impedir que se recalentase el agua, y entre este cielo-raso y el techo se produce una corriente de aire, que llena perfectamente el fin deseado. Para la construcción de cste cielo-raso se eligió un artículo llamado "wirc-wovc roofing," asegurado á tirantillos livianos soportados por los tirantes del techo. En el cielo-raso, debajo de la cumbrera de cada tccho, hay una serie de compuertas cquilibradas de la misma substancia, para la admisión de la luz cuando sea necesario limpiar la arena. Una vez terminada esta operación y cargado nuevamente el filtro, vuelvcn á cerrarsc las compucrtas, y la filtración se cjecuta en una obscuridad casi completa.

Al rededor de estos filtros hay una vistosa pared de ladrillo, Fig. 8, con pórticos centrales, en la que se han insertado, á cortos intervalos, rejillas de fierro fundido, con el objeto de dar lugar á que se produzca una corriente de aire sobre el agua. Para que fuera más perfecta la resistencia á los vientos huracanados que suelen producirse, las columnas en que descansa el techo están dispuestas en dobles hileras, estando fuertemente ligadas entre sí, desde la base de una hasta la extremidad superior de la otra, y de esta manera las paredes no están sujetas á fuerza lateral alguna. Se están construyendo actualmente filtros adicionales, similares en principio á los ya existentes, pero modificados en cuanto á la supresión de los depósitos de agua filtrada.

Casa de Máquinas No. 1.—Esta casa, Figs. 4, Lámina 1, y Figs. 21 y 22, Lámina 2, en la cual se hallan los motores y las bombas para alzar el agua filtrada al depósito de servicio, se compone de dos edificios independientes y de dos juegos de maquinaria. La primera casa de máquinas fué construida en 1874, componiéndose éstas de dos pares de motores de balancín, no "compound," y cada par pone en movimiento dos bombas. Las válvulas para la admisión del vapor al cilindro, y para el escape, son equilibradas, siendo puestas en funcionamiento por medio de levas; los condensadores son de inyección. Las calderas son en número de 8, del tipo Lancashire, y funcionan á una presión de 4 atmósferos. Cada par de estos motores puede alzar 36,350,000 litros de agua por día desde los depósitos de agua filtrada al de servicio.

En el año 1890 se construyó una segunda casa de bombas, inmediata á la primera, con igual número de motores y de bombas, los que pueden funcionar independientemente de

aquéllas. En vista del alto precio del combustible, el que se compone de carbón inglés, se procuró empeñosamente introducir en estas máquinas, todas las más recientes mejoras. Los motores son "compound," y de balancín. Las bombas son de doble efecto, y reciben su impulso del extremo opuesto de los balancines con relación á los vástagos de los émbolos. El volante de cada par de motores se halla entre ambos, estando en ángulo recto los cigüeñales. Las válvulas son equilibradas, siendo puestas en movimiento por medio de levas en el eje del cigüeñal.

Las bombas son de una construcción que se ha introducido con el objeto de conseguir un área libre para el paso del agua, de bastante amplitud para disminuir en lo posible el rozamiento, y que á la vez estén accesibles las válvulas. Esto se ha conseguido, Fig. 23, Lám. 2, colocándose en cámaras separadas las válvulas de ingreso y de educción. Hanse adoptado condensadores de superficie, y por ellos pasa toda el agua bombeada por las máquinas. El vapor proviene de 8 calderas multitubulares, de dos fluses, y los gases, después de pasar tanto por los costados, como por debajo, atraviesan un aparato para calentar el agua de alimentación, antes de escaparse por la chimenea, la que tiene 45 metros de altura. Cada par de estos motores tiene capacidad para alzar 47,750,000 litros de agua al depósito de servicio en 24 horas.

La capacidad total de la maquinaria nueva y antigua está representada por el alzamiento de 168,200,000 litros á una altura de 48 métros, incluyendo el rozamiento, en 24 horas. Si fuese necesaria alguna compostura, las máquinas están dispuestas de manera á que, soltándose una ú otra biela, pueda seguir funcionando el otro motor que forma el par.

Los motores y las calderas están destinados á funcionar con una presión de 8 atmósferos. Toda la maquinaria, tanto en la casa de máquinas aspirantes como en la de máquinas impelentes proviene de la fábrica de los Sres. James Watt y Cia., y ha funcionado satisfactoriamente.

Los caños de bombear que llevan los 72,700,000 litros de agua desde la primitiva casa de bombas al depósito de servicio, constan de tres caños de fierro fundido de $0^{m}.61$ diámetro, mientras que los que conducen los 95,500,000 litros de las nuevas máquinas al mencionado depósito son en número de dos, y del diámetro de $0^{m}.838$. La extensión de cada uno de estos caños es de 2235 metros y están dispuestos de manera á que cualquiera de ellos puede suprimirse en caso de rotura, ó de ser necesaria alguna reparación.

Depósito de Servicio—Como la ciudad de Buenos Aires es casi llana, no existe ninguna altura que pudo haberse aprovechado para la construcción de un depósito de material, ó terraplenado, para la distribución del agua á la población, y por lo tanto se resolvió que habría de construirse un depósito destinado á ese objeto, dentro de la ciudad, en el sitio más elevado posible, y que habría de establecerse á cierta altura arriba del suelo. El punto elegido se halla en un barrio que se estaba poniendo muy á la moda, y el Gobierno estipuló que el exterior del depósito habría de ser de apariencia vistosa, y que estuviera en armonía con los edificios, tanto públicos como privados, que se estaban construyendo activamente en esas inmediaciones. Se resolvió asimismo que el depósito habría de tener la capacidad suficiente para almacenar la provisión de un día, ó sean 72,700,000 litros, y además que la planta baja pudiera servir para algún fin de orden público.

En la época en que se trató de la arquitectura de este edificio, y de los materiales que habrían de emplearse en su construcción, el Gobierno había invertido ya una gran suma en las obras de salubridad, la mayor parte de la cual se había gastado en la construcción de cloacas, y demás obras subterráneas, que no habían dejado constancia visible de la magnitud de la empresa. El Gobierno deseaba, por lo tanto, que este edificio sirviera de monumento para las obras, y además, que los materiales del país se empleasen en la mayor proporción posible, y se impartieron instrucciones á la oficina técnica del que esto escribe para la preparación de proyectos que llevasen á efecto estos propósitos, en cuanto fuera factible. En esa época se estaban explotando canteras de mármol en el Azul, que dista por el ferro-carril, unos 400 kilómetros de Buenos Aires, y se sugirió que este material podría emplearse en grande escala en esta obra. También podía conseguirse granito de excelente calidad, en la banda opuesta del río, y se estudió debidamente el empleo del mismo. Resultó, sin embargo, una vez formulados los proyectos y hechos los presupuestos, que no sólo sería muy costoso el empleo de esos materiales, sino también que su provisión daría lugar á demoras considerables en la ejecución de la obra. Sugerieron, por lo tanto, los ingenieros que las paredes del edificio se construyeran de ladrillos de máquina, y que toda la ornamentación externa se compusiese de terra cotta traida de Europa, pues de esa manera resultaría un ahorro importante de tiempo y de dinero.

El estilo arquitectónico del edificio es del renacimiento francés, y los paramentos son de mucho lujo. Las paredes se proyectaron de la fuerza suficiente para soportar no sólo una pequeña parte del peso del depósito, sino también para

resistir al empuje de los pamperos. Era indispensable asimismo, que las cuatro paredes de este edificio, que mide, desde adentro, unos 90 metros de costado, y tiene una altura de 20 metros hasta la parte superior del parapeto, fueran capaces de resistir á esa presión sin apoyo entre sí, salvo en las cuatro esquinas. Por consiguiente el diseño arquitectónico del edificio fué regido, en gran parte, por la necesidad de llenar ese objeto, y se construyeron torres macizas, no sólo en las cuatro esquinas, sino también en el centro de cada costado. También se incluyeron en el diseño sólidos contrafuertes, puestos á intervalos determinados entre las torres esquineras y las centrales y tanto adentro como afuera, los que dan la fuerza requerida á esa parte de las paredes. La base de las paredes descansa en un lecho de hormigón de cimento Portland, el que se extiende sobre toda el área del edificio, según se indica en Fig. 12, Lámina 1, y reposa en la firme tierra pampeana, á la profundidad de unos 3 metros debajo de la superficie. Las zapatas se extienden á una distancia considerable á uno y otro lado de las paredes, para distribuir el peso de éstas, á fin de evitar en lo posible todo peligro de que se asentasen. Las paredes están construidas de ladrillos aprensados, hechos en el país, y prolijamente elegidos, de manera que en la parte más baja del edificio pudiesen emplearse los más duros y mejor cocidos, y los demás en las partes superiores, en donde el peso á soportar es menor. Todo el mortero es de cimento Portland, y varía en fuerza entre 2 á 1 y 3 á 1. En la edificación de las paredes se dejaron los dentellones y recesos en los que se colocaron después, en cimento, los trozos de terra cotta, y de esta manera la entera superficie de las paredes fué revestida de este material.

El depósito se compone de tres series de tanques, estando dividida cada serie ó piso en cuatro compartimentos separados. Los doce tanques son aproximadamente de las mismas dimensiones, es decir, 41 metros de costado, y $3^{m}.96$ en profundidad; cada uno contiene, como término medio, 6,000,000 litros de agua en su nivel normal, y los doce, cuando se hallan en servicio á un tiempo, contienen 72,000,000 litros. Además de estos tanques principales, se ha colocado un tanque de incendio encima de la torre central del costado norte, de $7^{m}.62$ de largo, por de $6^{m}.096$ anchura, y $3^{m}.96$ de profundidad, con una capacidad de 182,000 litros. Los tanques de cada uno de los cuatro compartimentos inferiores, Fig. 12, que son idénticos en todo sentido, descansan en columnas de fierro fundido, de los que hay 45 para cada tanque. Los cimientos de las columnas constan de un pilar de ladrillo, construido en la capa de hormigón, y coronado por una piedra de asiento de granito. La base de este pilar de ladrillo se ensancha, y descansa en una losa del hormigón más fuerte, que distribuye el peso de manera á que la presión sobre el suelo no excede de 2.20 kilos por centímetro cuadrado, ni de 5.50 kilos entre la losa y la capa inferior de hormigón. Los pilares son construidos de ladrillos muy bien cocidos, y están proporcionados de manera que la presión que trasmiten á las losas de hormigón no pasa de 7.65 kilos. Encima de los pilares se hallan las piedras de asiento de granito, que trasmiten una presión de 11 kilos por centímetro cuadrado á los pilares, mientras que las bases de fierro fundido de las columnas trasmiten 16.50 kilos al granito. Cada una de las cuarenticinco columnas se compone de cuatro pilares secundarios del diámetro interno de $0^{m}.28$, y del espesor de $0^{m}.022$ con

rebordes en dos partes distintas que están ligados, por medio de chapas intermediarias de fierro. Se tomaron las mayores precauciones para conseguir que los cuatro pilares tuviesen exactamente la misma longitud, á objeto de que cada uno soportase el mismo peso que los demás. Para ligar los extremos superiores de las columnas entre sí, y también, en el caso de las exteriores, con las paredes, hay una red de vigas de 6^{m}.096 de largo por 0^{m}.914 de profundidad, con rebordes arriba y abajo, de 0^{m}.305 de anchura. Cada uno de los espacios entre estas vigas principales está salvado por dos vigas más livianas, cuyos extremos descansan en los rebordes inferiores de aquéllas, hallándose, por consiguiente, dividida toda el área ocupada por las columnas por una red, cuyos espacios son de 6^{m}.096 por 2^{m}.032. A través del entramado de vigas que así se forma se colocan tirantes laminados de 0^{m}.208 de profundidad, con rebordes de 0^{m}.104 de anchura, y encima de éstos las chapas que forman el piso del tanque de la serie más baja. Este piso consta de chapas de fierro dulce del espesor de 0^{m}.013, de 1^{m}.22 de anchura y 3^{m}.657 de largo, de cantos cepillados, y unidas por el lado inferior por medio de cubrejuntas de 0^{m}.127 de anchura y 0^{m}.013 de espesor, y en el lado superior por barras T de 0^{m}.127 por 0^{m}.104, por 0^{m}.013 de espesor. Los costados de los tanques son construidos también de chapas de 0^{m}.013 de espesor, las que están aseguradas al piso, y entre sí en las esquinas con barras L de 0^{m}.089 por 0^{m}.089 por 0^{m}.013. Las juntas de las chapas laterales son iguales á las empleadas en el piso. Los costados de los tanques están reforzados contra la presión interior del agua, á intervalos de 1^{m}.22, por medio de cinco tirantes de fierro dulce que ligan las tapajuntas T del piso á las de los costados.

Como los tanques habrían de estar expuestos á una variación de temperatura del aire ambiente de unos cuarenta grados, fué necesario prever una expansión y una contracción correspondientes. Además de estas alteraciones periódicas, era serio el peligro de que la dislocación debida á la contracción de alguna parte no fuera igual á la ocasionada por la expansión, ó viceversa, y de ahí podía resultar un movimiento continuo entre las varias partes de la fábrica que, de no ser previsto, daría lugar á resultados desastrosos. Estas alteraciones fueron compensadas de la siguiente manera: como el piso de cada tanque viene á formar una chapa continua de fierro batido de 41 metros de costado, la expansión y la contracción se producirían naturalmente en todo sentido. Por otra parte, el suelo en que están metidos los cimientos de las columnas no estaría afectado de manera apreciable por la temperatura, y por consiguiente los extremos superiores de las columnas más retiradas del centro del piso del tanque sufrirían mayor dislocación á consecuencia de la expansión, y los más inmediatos á dicho centro sentirían los efectos de la misma en una proporción correspondientemente menor. Se resolvió, por consiguiente, inmovilizar el centro del tanque, con relación á las paredes circunstantes, y permitir que él se ensanchase libremente en cualquier sentido desde dicho centro. En tal virtud, pues, se trazó en el piso del tanque, un círculo, más allá del cual la expansión sería mayor que la que debe sufrir ninguna columna, y dentro de ese radio las doce columnas centrales fueron seguramente ligadas entre sí, diagonalmente en ambas direcciones, por medio de vientos, que llegan desde la cima de una columna hasta la base de la inmediata, y de esta manera queda firmemente asegurado el centro de cada uno de los cuatro tanques del

primer piso, á fin de que no puedan tener ningún movimiento horizontal, debido á cualquier cambio de temperatura. Más allá de este círculo era necesario que se adoptasen medidas para permitir la expansión del piso del tanque con relación á las vigas que lo soportan. El mencionado piso es una superficie de mucha fuerza y rigidez, y se conceptuó conveniente no permitir que los extremos de las columnas en cuestión se deslizasen en el piso del tanque, al producirse alguna expansión. Por consiguiente se dispuso que los extremos de las vigas que descansan en las columnas lo hagan por intermedio de piezas libres, Fig. 13, para permitir su expansión en el sentido longitudinal, impidiendo así toda tendencia al citado deslizamiento. Los extremos de las vigas que reposan en las paredes exteriores ó interiores son también dotados de estas mismas piezas sueltas, de suerte que ningún empuje horizontal perceptible puede ejercerse sobre las paredes. Las columnas situadas á fuera del círculo están sujetas á ser empujadas fuera de la línea vertical, á consecuencia de la expansión del piso del tanque, y fué necesario, por consiguiente, que tanto las cimas como las bases de las columnas estuviesen dotadas de articulaciones universales, según se demuestra en Fig. 14. La relación entre los radios de encorvadura de estas articulaciones y la altura de las columnas es tal que aun cuando se enmohecieran las superficies, debido á la humedad que pueda penetrar á las mismas, no por eso habrían de dejar de llenar su objeto.

A fin de soportar la segunda serie de tanques, las columnas que acaban de describirse se han llevado hacia arriba á través de los tanques inferiores, siendo rodeadas de cajas cuadradas de altura igual á la profundidad del tanque, remachadas al piso. Estas cajas tienen $1^{m}.168$ de costado, habiendo sufi-

ciente espacio en su interior para permitir la ejecución de las reparaciones que fueran necesarias.

Las cuarenticinco columnas que soportan cada tanque de la segunda serie constan de cuatro pilares distintos, con rebordes, unidos á intervalos por medio de chapas trasversales, de la misma manera que en el caso de los tanques inferiores, siendo sin embargo más livianos estos pilares, pues son de $0^{m}.235$ de diámetro interno, y $0^{m}.019$ de espesor. En estas columnas descansa una red de vigas y de tirantes laminados, igual á los que soportan la primera serie de tanques. Se han adoptado iguales medidas para neutralizar la expansión de las vigas que soportan el piso de estos tanques que en el caso de los del piso inferior, tanto en las cimas de las columnas como en las paredes. No se introdujeron bases y cimas movibles en las columnas arriba del piso de los tanques de la primera serie, por cuanto la temperatura de los pisos de todos ellos habría de ser aproximadamente igual en cualquier momento dado.

Los tanques superiores descansan en columnas iguales á las que acaban de describirse, pero menos gruesas, siendo de $0^{m}.190$ su diámetro interno, y su espesor de $0^{m}.0175$. También en estas columnas descansa igual red de rejas y tirantes como en las inferiores, provistos asimismo de los medios ya referidos para evitar los efectos de la expansión.

Los caños que traen el agua desde la casa de bombas terminan frente á la torre central en el costado norte, en donde están ligados á tres caños verticales, de $0^{m}.61$ de diámetro, los que llevan el agua hasta la parte más alta del edificio. Al nivel de cada serie de tanques se han establecido conexiones con aquellos caños verticales, y por medio de un sistema completo de válvulas, todos los tanques pueden

ponerse en comunicación con la cañería, ó aislarse de la misma, con perfecta independencia uno de otro. Cada caño de conexión está provisto también de una válvula de reflujo, de manera que si llegara á reventar algún caño maestro, habría de evitarse el escape del agua contenida en los tanques. Cada uno de éstos está provisto de caños de derrame sistema Appold, Fig. 15, para evitar todo peligro de rebalse en ellos, como asimismo de válvulas de limpieza, pues es necesario lavar los tanques periódicamente, para remover el sedimento que en ellos se produce. En las torres centrales, en cada piso, se han construido cámaras que contienen las válvulas para regular la entrada del agua á los tanques, y su repartición á las distintas secciones de la ciudad; se llega á estas cámaras por medio de escaleras de caracol, que parten desde el piso bajo.

Para proteger los tanques de la serie superior contra los rayos solares, era necesario que se techase todo el edificio, y también que las varias torres tuviesen cúpulas para completar el diseño arquitectónico. Al estudiarse este punto se vió desde luego la necesidad de que se adoptasen precauciones especiales para resistir á la fuerza de los temporales, pues aun cuando las paredes del edificio, entre las torres centrales y las esquineras, son suficientemente macizas para resistir á la mayor presión de viento de que hay constancia, no tienen la fuerza suficiente para resistir dicha presión, actuando sobre los altos techos que las coronan, y con tal motivo se resolvió que la estabilidad de éstos habría de depender completamente de la armazón de fierro que soporta los tanques. En tal virtud se colocaron columnas en el piso de los tanques superiores, exactamente encima de cada una de las que los soportan. Dichas columnas están firmemente

aseguradas por medio de vientos diagonales ligados á los fierros T del piso del tanque, y en estas columnas el techo, compuesto de 13 cumbreras con sus correspondientes tenazas, cada uno de $6^{m}.096$ de luz, descansa. Los escarpados techos que rodean el edificio, arrancando desde el canalón detrás del parapeto, son del tipo mansarde, y están asegurados á la parte principal del techo, no haciendo más que apoyarse libremente en las paredes, Fig. 13, Lám. 1. De ahí, que toda la presión ejercida por el viento sobre los techos sea trasmitida al piso del tanque superior, y para llevarla hasta el suelo, se han introducido vientos diagonales entre las columnas en cada lado de los pasadizos centrales en las tres series. Estos vientos impiden la dislocación del piso del tanque en dos costados, y en los otros dos, del lado de las paredes, se han tomado medidas para que la fuerza se trasmita á éstas sólo en el sentido de su longitud, en el que tienen una fuerza amplia para resistirle. Esto se efectuó poniendo rebordes en las chabetas de los soportes movibles de las vigas del piso superior que descansan en las paredes, para que así puedan resistir á una presión lateral.

La armazón de los altos techos de todas las torres es de fierro dulce, y está ligada á las paredes por pernos de sujeción que penetran $3^{m}.96$ en las mismas, á fin de conseguir la estabilidad requerida, siendo todo ello ligado perfectamente para resistir á la presión del viento. Son cubiertos los techos de pizarra verde traida de las canteras de Sedán, en Francia.

El sitio en que está edificado el depósito está cercado por una verja maciza de fierro, y los portones de entrada son de hermoso diseño.

La provisión de la terra cotta para la ornamentación de las

paredes del edificio fué contratada por los Sres. Doulton y Cía. de Lóndres, quienes subcontrataron la loza barnizada con la "Burmantofts Company" de Leeds. La terra cotta constaba de unos 170,000 trozos, sin contar unos 130,000 ladrillos barnizados, y se necesitaron, no sólo un vasto número de dibujos, sino también una cantidad correspondiente de moldes. Todo ello fué colocado en su lugar sin mayores dificultades.

El contrato para la provisión y armazón de la obra de fierro se dió á la Sociedad Anónima de Marcinelle y Couillet, Bélgica, con la que estaban asociados la Sociedad Anónima de Sclessin, de Lieja, y el finado Señor Aug. Lecoq, de Hal. Este contrato, por materiales del peso de unas 13,000 toneladas, se ejecutó satisfactoriamente bajo todo concepto, y tanto las pruebas de los tanques, como los constantes servicios que han prestado durante varios años, han comprobado la corrección de los diseños, y el cuidado con que fué ejecutada la obra.

El 27 de Octubre de 1894 tuvo lugar un serio terremoto en la República Argentina, el que se hizo sentir con bastante fuerza en Buenos Aires, pero aun cuando se asegura que en los tanques se produjeron olas de quince centímetros de altura, ningún perjuicio absolutamente sufrió parte alguna del edificio. Agregóse que al tiempo de proyectarse el depósito no habia recuerdo de disturbios de esta naturaleza.

Cañería maestra.—Los caños maestros abductores, á su salida del depósito de servicio, están dispuestos de manera que, por medio de un juego completo de válvulas, cualquiera de las tres series de tanques pueda ponerse en comunicación con la cañería de distribución en cualquier distrito de la ciudad, pero esta disposición responde especialmente á la

división de la ciudad en tres zonas, las que están naturalmente indicadas por la conformación del suelo, estando las varias series de tanques ligadas á los caños de manera á surtir cada una de aquellas zonas, con arreglo á sus respectivos niveles. Los caños abductores constan de un caño de $0^{m}.914$ de la serie inferior, uno de $0^{m}.838$ y dos de $0^{m}.610$ de la serie intermediaria, y de uno de $0^{m}.914$ de la serie superior. Se ha colocado también un caño de $0^{m}.762$ que cruza la planta baja para poner en comunicación entre sí los caños de entrada y de salida, de manera que si se necesitase una presión excepcional, puedan las máquinas bombear directamente á los caños maestros, estando eliminados los tanques principales, y haciéndose uso del de incendio para igualar la presión. Los varios caños maestros, después de salir del depósito de servicio, se llevan por las calles más adecuadas para su conexión con la red de caños de servicio en toda la ciudad, Fig. 16, Lám. 1.

Se emplean sistemas uniformes lo mismo para la cañería maestra como para la de distribución, variando entre $0^{m}.914$ y $0^{m}.051$ el diámetro de los caños. Los caños maestros principales están colocados en las calles que van de norte á sur, á intervalos de 8 cuadras. Los secundarios arrancan de aquéllos á intervalos de cuatro cuadras, y recorren las calles de este á oeste, y de esta manera la ciudad se divide en grupos de 32 manzanas. Los caños principales varían de diámetro entre $0^{m}.914$ y $0^{m}.305$, con arreglo á la distancia á que quedan del depósito de servicio, pero todos los secundarios son de $0^{m}.254$ de diámetro en las dos primeras cuadras, de $0^{m}.229$ en las tres siguientes, y de $0^{m}.203$ en las tres restantes. Cada extremo de los caños secundarios está ligado con el principal adyacente, pudiéndose cerrar en

ambos puntos por medio de válvulas de paso, de manera que todos los caños secundarios, en trechos de ocho cuadras, son susceptibles de aislarse. Cada uno de estos caños está provisto, á lo menos, con una válvula de aire y otro de desagüe, siendo dotados también los principales con iguales accesorios.

No se saca ningún ramal de servicio de estos caños maestros, pues todos ellos, lo mismo como las llaves de incendio, comunican con otra red de cañería especial, ligada por medio de ramales con los caños maestros secundarios. En Fig. 17 se demuestra uno de los sistemas de caños de distribución, según se aplica á un grupo de cuatro manzanas, siendo repetido en esta forma en toda el área de los distritos marcados A, C y D, Fig. 1. Consta esta cañería, en cada grupo, de un caño de $0^{m}.127$ colocado entre los dos caños maestros secundarios adyacentes, de cuyo caño arranca otro de $0^{m}.102$ de diámetro en cada una de las cuatro esquinas sucesivas, el que se reduce á $0^{m}.076$ una vez pasada la primera llave de incendio. Esto caño rodea los demás costados de la manzana, de manera que hay un servicio separado para el suministro de las casas en cada acera.

Las llaves de incendio, de las que hay tres por cada manzana, se colocan una en el caño de $0^{m}.127$, otra en el de $0^{m}.102$, y la tercera en el de $0^{m}.076$. En cada ramal se ha instalado una válvula de paso, y otra de desagüe en el punto más bajo de cada caño, lo mismo como una de limpieza en cada punta muerta. Esta disposición presenta grandes ventajas respecto de la uniformidad en la ubicación de las válvulas y llaves de incendio, y de la facilidad con que cualquier caño puede interceptarse sin privar de agua al barrio, desde que en todos los casos existe una via alternativa para el suministro.

El doble sistema de cañería de distribución permite el establecimiento de ramales de servicio sin abrir la calzada, y su costo adicional se halla compensado en gran parte por la menor extensión de cañería de servicio, y por las dimensiones más reducidas de los mismos caños de distribución. Los caños son de fierro fundido, con juntas torneadas; todos los caños de forma especial, sin embargo, son de encastre ancho, para juntas de plomo, y siempre que la distancia entre dos de estos caños pase de 45 metros, se ha introducido una junta de plomo en la cañería usual. Todas las válvulas de paso son de doble cara, y todas las de un diámetro mayor que $0^{m}.254$ están puestas horizontalmente, y funcionan por medio de un engranaje contenido en cámaras de válvulas construidas debajo de las calles, y de dimensiones suficientes para permitir la extracción de la lengua de la válvula, sin necesidad de abrir la calzada. Las válvulas de aire son de dos esferas, de diámetro de $0^{m}.102$ para caños hasta $0^{m}.36$ de diámetro, y de $0^{m}.203$ para los de mayores dimensiones. Fué necesario construir estas últimas con arreglo á modelos especiales, y colocarlas en lo posible debajo de las veredas, pues el tráfico de las calles es muy pesado, y defectuoso el pavimento en muchos distritos.

En aquellos casos en que era demasiado grande la distancia para poderse llevar la válvula de aire hasta la vereda, ella se ha puesto en una cámara inmediata al caño, cubierta con una gruesa tapa de fierro fundido, rellenada de trozos de madera. En todos los casos se ha colocado una válvula de cierre entre el caño y la válvula de aire. En la cañería maestra las válvulas de desagüe son del diámetro de $0^{m}.127$ para cualquier caño, y de $0^{m}.051$ en la de distribución, siendo este también el diámetro de las de limpieza colocadas

en la referida cañería. Las llaves de incendio son del modelo esférico, con bolas hechas especialmente de vulcanito, para resistir á la alta temperatura á que están expuestas.

En el distrito marcado B, Fig. 1, Lám. 1, la irregularidad relativa del trazado de las calles impidió el que se pudiera seguir con absoluta uniformidad este sistema para la instalación de cañería, pero el principio que se ha adoptado es el mismo. Se introdujo, sin embargo, una modificación, Fig. 18, Lám. 1, en la disposición de los caños de distribución de menores dimensiones, los que se ligaron á dos de los caños de $0^{m}.127$ en lugar de uno solamente, siendo también puestas las llaves de incendio en caños no menores, en ningún caso, de $0^{m}.102$. Mediante estos cambios se consigue mayor seguridad contra interrupciones en el servicio, en caso de rotura de un caño de $0^{m}.127$, se aumenta en algo la presión en las llaves de incendio, y se reduce á $0^{m}.051$ el caño de $0^{m}.076$. En los muelles del Riachuelo, y en la Dársena Sud se ha introducido una disposición especial de llaves de incendio alimentadas por caños de gran diámetro, para mayor seguridad de los depósitos y de los buques.

Conexiones Domiciliarias.—Fué detenidamente estudiada la cuestión de si era preferible adoptar el sistema de la provisión por medidores, ó por un impuesto sobre el valor de las fincas servidas. La conclusión á que se arribó es que conviene á la higiene el que llegue á las cloacas una provisión amplia de agua, y que si se adoptasen los medidores, ella no habría de emplearse en cantidad suficiente, sobre todo, en cuanto se refiera á la gente de escasos medios. Además el costo primitivo de los medidores habría importado una suma considerable, y luego las reparaciones anuales, debidas á los depósitos aluviales, habrían sido muy costosas, de manera

que se prefirió incurrir en el gasto de la provisión de una cantidad mayor de agua, ya que es ilimitada la fuente de donde se extrae. En el caño de distribución, frente á cada propiedad, se instala una llave de paso, desde la cual se lleva un caño de plomo hasta el interior de la casa.

Cloacas.

Cloacas Domiciliarias.—La cloaca domiciliaria principal, del diámetro de $0^{m}.102$ arranca de una cámara de inspección, colocada lo más inmediata posible al límite de la propiedad, y á la que se admite el aire por medio de un caño de $0^{m}.102$. Cuando la casa está en la línea de edificación, como sucede generalmente, termina este caño en el frente de la misma, á una altura del suelo bastante grande para impedir todo inconveniente que pudiera causar una corriente de aire extraviada, contra lo que también suele precaverse por medio de una válvula con chapaleta de mica. Desde esta cámara arranca, como ya se ha dicho, la cloaca principal interna, con una pendiente mínima de 1 en 40; si esto resulta imposible, se instalan depósitos automáticos de limpieza. Esta cloaca está ampliamente ventilada, así como todos sus ramales, cuando exceden de 3 metros de largo. Los inodoros son del tipo "flush-out," es decir, sin válvulas ó mecanismo, siendo provistos, en todos los casos, de depósitos de limpieza que arrojan 9 litros en cada descarga. Todos los caños de agua de lluvia, y los de desagüe de baños, lavatorios y piletas de cocina, desembocan en piletas con sifones, que interrumpen toda comunicación directa con la cloaca. Las piletas de cocina son provistas de interceptores de grasa, puestos al aire libre, siempre que sea posible, y bien ventilados. En cada codo de la cloaca se establece una cámara de inspección, ó un

caño con tapa movible, y la cloaca domiciliaria, en su integridad, se halla separada de la colectora por medio de un sifón puesto en la unión de las partes interna y externa de la cloaca. Las Figs. 24 y 25 representan una casa habitación típica, con indicación de la cloaca interna.

Cloacas Domiciliarias externas.—La cloaca domiciliaria externa, ó sea la que liga la finca con la cloaca pública, tiene $0^{m}.152$ de diámetro en todos los casos, siendo así de mayor tamaño que la cloaca interna con que comunica. Esta disposición permite el empleo de un sifón de $0^{m}.152$ en la cloaca de $0^{m}.102$, y este mayor tamaño reduce notablemente los peligros de obstrucción en el sifón, removiendo así los inconvenientes que pueden tener los sifones en esta posición, y que han dado lugar á objeciones, sobre todo en Norte América. De un punto en el extremo superior de cada cloaca externa, é inmediatamente debajo del sifón, arranca un caño de ventilación de $0^{m}.102$, el que se lleva, por el frente de la casa, hasta una altura de 2 metros arriba de cualquier techo adyacente. Sirven estos caños para ventilar la cloaca pública, y á la vez para impedir el que se produzca una presión interna en ella, en el caso de llenarse repentinamente por una copiosa lluvia, la que presión pueda hacer pasar los gases á travez el agua del sifón.

Cloacas colectoras.—Para facilitar la disposición de las cloacas colectoras, la ciudad, con excepción de los barrios B y E, se dividió en veintinueve distritos, cada uno de los que desagua independientemente de los demás. En todas estas subdivisiones, convergen las cloacas al punto más bajo de la misma, y allí se admiten las aguas cloacales á las interceptoras por medio de cámaras reguladoras. En el plano de las cloacas interceptoras, Fig. 37, Lám. 3, se indican los

varios distritos, mientras que en el de Fig. 26, de la misma lámina, se halla una demostración detallada de todas las cloacas en uno de aquéllos. La superficie de estos distritos varía entre 82 y 17 manzanas, siendo determinadas sus dimensiones por los niveles del suelo, y por la capacidad conductora de la cloaca de mayor tamaño que se emplea. Con excepción del distrito B, el desagüe se verifica con arreglo al sistema mixto, empleándose las cloacas colectoras para la remoción de las aguas servidas y de las llovedizas, y su tamaño se ha determinado, por lo tanto, por la lluvia más copiosa que puede producirse. Esta cantidad se ha estimado, en todas las obras, en 38 milímetros por hora en toda el área, y la experiencia ha demostrado que este cálculo es amplio, aun cuando sucede á menudo que la cantidad de lluvia que cae supera á aquélla. Casi toda ella penetra á las cloacas, pues en muchos distritos toda el área consta de techos y de patios y de calles pavimentadas, en los que no se produce absorción que valga, pero el efecto retardatario del suelo casi plano y de las azoteas horizontales de las casas, ayudado por la capacidad cúbica de las mismas cloacas, tiene por resultado el igualar el paso de la misma de manera á mantenerlo dentro del límite mencionado.

Las cloacas de mayores dimensiones son de corte ovalado, según se indica en Fig. 27, Lámina 3, y son construidas de hormigón del espesor de $0^{m}.152$ ó de $0^{m}.229$ compuesto de una parte de cimento Portland á seis de arena. El invertido se compone de trozos de loza de barro, y los costados, hasta el arranque del arco, están revestidos, en parte con chapas de loza, y en parte con revoque de cimento de 1 á 1, del espesor de $0^{m}.038$. Estas cloacas están construidas con arreglo á seis modelos, siendo el más grande, ó sea el número 1, de $1^{m}.22$ de

anchura por 1m.575 de altura, y el más pequeño, ó sea el número 6, de 0m.838 de anchura por 1m.085 de altura. Las de menor tamaño son hechas de caños de loza de barro del diámetro de 0m.457, 0m.381 y 0m.305, colocados con juntas de cimento Portland.

Salvo en unos pocos casos especiales, las pendientes menores de las cloacas son como sigue:

Caños de 0m.305	1 en 150
Caños de 0m.381	1 en 200
Caños de 0m.457	1 en 250
Cloacas de material	1 en 500

y aun cuando sólo se han adoptado los medios usuales para la limpieza de las cloacas, no se han producido depósitos, ni ha sido necesario proveer medios para arrojarles cantidades de agua á fin de mantenerlas expeditas. Unas cuantas de ellas se componen de caños de 0m.229, colocados á una pendiente mínima de 1 en 100, mientras que en otros pocos casos se han construido cloacas de material de mayores dimensiones que las del modelo núm. 1. La cloaca ovalada de mayor tamaño tiene 1m.956 por 1m.524, siendo su pendiente de 1 en 240. En algunos casos en donde no pudo obtenerse la profundidad necesaria para una cloaca ovalada, la forma indicada en Fig. 28, Lám. 3, fué sustituida á ésta, teniendo la capacidad requerida para el agua llovediza, mientras que las aguas servidas corren por el canalón formado en el centro del invertido. Las cloacas se han colocado en la tierra pampeana, que tiene suficiente firmeza para poderse cortar á plomo sin necesidad de enmaderamiento para su sostén, y en muchos casos las de mayores dimensiones fueron construidas, abriéndose una zanja de unas 0m.45 de anchura, socavándose luego á un diámetro suficiente para permitir la construcción de la cloaca.

Bocas de registro y de ventilación.—Estas bocas, que tienen la forma que se indica en Fig. 29, Lám. 3, se han construido en cada boca-calle, de manera que se hallan á distancia de una cuadra, ó sean 135 metros unas de otras. Debido á la carencia de piedra, y á lo costoso de su introducción, las rejillas fueron colocadas sobre un círculo de ladrillos vitrificados, puestos en un fuerte mortero de cimento, los que han resistido satisfactoriamente al tráfico pesado que pasa sobre las rejillas. Estas bocas sirven eficazmente para la admisión del aire á las cloacas, y, conjuntamente con los medios de salida ya mencionados, suministran amplios medios de ventilación, tanto así que en muchas cloacas puede notarse claramente una corriente de aire. Sin embargo, como la eficiencia de esta ventilación depende del número de casas que se hallan en comunicación con la respectiva cloaca, se tomaron medidas para permitir la inserción, en el cuello de las bocas, de ventiladores de carbón de leña, destinados á deodorizar los gases cloacales, en el caso de producirse una inversión de corriente, la que podría tener lugar á consecuencia de existir un número insuficiente de casas en ese punto, ó por cualquier otro motivo local; hasta ahora, sin embargo, no ha sido necesario colocar ninguna de estas cajas de carbón. Debe advertirse que además de la ventilación que se debe á las mencionadas bocas, entra á las cloacas un gran volumen de aire fresco, que proviene de los conductos de agua de tormenta, con que se hallan aquellas en libre comunicación.

Sumideros de agua llovediza.—Estos sumideros, Fig. 30, Lám. 3, se colocan de á dos en cada acera, y constan de una cámara, de $0^{m}.914$ por $0^{m}.457$ por $1^{m}.30$ de profundidad interna, construida de fábrica de ladrillo, de $0^{m}.24$ de espesor, siendo formado el piso por un invertido de ladrillo sobre un

cimiento de hormigón. Estos sumideros se colocan debajo de las veredas, y entra el agua á ellos por medio de una reja lateral, cuya cara superior forma el cordón de la vereda. Fué necesario colocar los sumideros en esta posición debido á ciertas circunstancias locales, y especialmente á causa de las vias de tramway, que recorren casi todas las calles, hallándose generalmente el riel como á $0^{m}.30$ del cordón de la vereda. En el costado de cada sumidero se establece un sifón de fierro fundido, y la comunicación con la cloaca se efectúa por medio de un caño de loza de barro de $0^{m}.152$.

Cámaras reguladoras.—En el punto en cada distrito á que convergen las cloacas, se ha construido una cámara que tiene por objeto el regular la cantidad de aguas servidas y llovedizas combinadas, de manera que cuando estas últimas pasan de cierta cantidad, el sobrante habrá de derramarse al conducto de agua de tormenta, pasando á la cloaca interceptora las aguas servidas, conjuntamente con las llovedizas que corresponden á unos 6 milímetros de lluvia en venticuatro horas. Estas cámaras reguladoras, Figs. 31, 32 y 33, Lám. 3, están construidas arriba del conducto de agua de tormenta, y comunican con él, siendo atravesadas por canalones de fierro fundido que comunican, por medio de un caño vertical, con la cloaca interceptora, la que se halla á un nivel inferior. La capacidad de este caño corresponde á la descarga de la cantidad máxima de aguas servidas, con además la proporción de agua llovediza ya referida. Á consecuencia de las diferencias de área entre los varios distritos, esta descarga varía notablemente en las diferentes cámaras, pero en cada caso se regula la cantidad de agua que pasa más allá por medio de una válvula, Fig. 34, Lám. 3, colocada en la boca del caño. Esta válvula puede ajustarse de manera á dar paso al volumen

correspondiente de agua, y todo lo que pase de éste, á consecuencia de una fuerte lluvia, se derrama y cae al conducto de agua de tormenta. El alto precio del combustible hizo necesario el que se redujera en lo posible el monto de aguas cloacales á bombearse, y por consiguiente fué ideado el sistema descripto, por medio del cual el agua llovediza que penetra á la cloaca interceptora puede regularse, y reducirse á un mínimum.

Conductos de agua de tormenta.—La cantidad total de agua llovediza á removerse, á razón de un máximum de 38 milímetros por hora, es al rededor de 250 metros cúbicos por segundo. Esta agua se lleva al río por medio de nueve conductos, Fig. 35, siendo la cantidad máxima que pasa por alguno de ellos de unos 57^{m^3} por segundo. Los cinco conductos principales, que llevan un 75 % del total, Fig. 36, fueron construidos en túnel en la mayor parte de su extensión, siendo sus dimensiones de $4^m.27$ de anchura por $3^m.66$ de altura. Son hechos de hormigón de $0^m.36$ de espesor revestido de ladrillo hasta el arranque del arco. Los demás conductos son de menores dimensiones, y llevan directamente al río el agua de los distritos situados en el margen del mismo. Todos estos conductos fueron construidos para descargar á la playa frente á la ciudad, estando dispuestos de manera á poderse prolongar, hasta desembocar en el puerto abierto que se había proyectado construir con arreglo al plan primitivo del Sr. Bateman. La sustitución de una cadena de diques cerrados, sin embargo, hizo necesaria la diversión de varios de los conductos hasta un punto fuera de los límites de las obras del puerto. Los proyectos necesarios para ese fin fueron confeccionados por la oficina técnica del autor, y están entre manos del Gobierno desde hace algunos años, pero el

alto costo de la obra, consiguiente á las condiciones prescriptas, y la lentitud con que ha procedido el aprovechamiento de los terrenos ganados al río han impedido, hasta ahora, la ejecución completa de la referida diversión.

Distritos de Bombeo.—El distrito marcado C, Fig. 1, que se halla en la falda de la barranca, y comprende también la lonja entre el pié de la misma y la margen del río, se halla á un nivel demasiado bajo para poder desaguar por gravitación, y por consiguiente las aguas cloacales de esos parajes se alzan, por medio de las bombas de dos pequeñas establecimientos, hasta la red general de cloacas. Las obras generales se han proyectado de manera á poder incluir después el distrito D, que se halla al norte de la ciudad, desde cuyo paraje se alzarán también las aguas cloacales por medio de máquinas á establecerse en el punto más bajo del mismo, en la margen del río. La disposición de las cloacas y de sus accesorios en cada uno de estos distritos será similar á la que ya se ha descripto, con respecto de los distritos que desaguan por gravitación. Los ubicados al sur de la ciudad, B, Fig. 1, Lám. 1, sin embargo, desaguan por medio de un sistema que difiere substancialmente del mencionado. Se puede agregar que existe el proyecto de incluir como ensanche del distrito B, una parte considerable de los terrenos ganados por las obras del puerto, una vez que esté suficientemente adelantado el aprovechamiento de los mismos.

Cloacas interceptoras.—En la mayor parte de los casos las cloacas interceptoras secundarias se hallan debajo de los conductos de agua de tormenta, formando parte, en muchos casos, de la misma construcción, Fig. 36. Son generalmente de las dimensiones indicadas en esa Fig., es decir, $1^{m}.372$ de altura por $0^{m}.914$ de anchura. Este tamaño se determinó

más bien con el fin de que sean accesibles, que para responder á las necesidades del desagüe, pues todas tienen una pendiente adecuada, y se mantiene en ellas una velocidad satisfactoria. Están ventiladas estas cloacas por medio de pozos que bajan desde la superficie de la calzada en cada una de las cámaras reguladoras, y también en ciertos puntos intermedios, en donde se han instalado ventiladores de carbón de leña.

Estas cloacas secundarias desembocan á una principal que recorre la ciudad desde Norte á Sur, Fig. 37, el diámetro de la cual varía entre $1^{m}.372$ en su extremo superior y $2^{m}.057$ en el inferior, siendo de 1 en 1800 su menor pendiente. La velocidad media que se ha mantenido en esta cloaca es de un metro por segundo, y no ha habido nunca necesidad de arrojarle agua para mantenerla expedita. En toda la parte que pasa debajo del distrito A, consta esta cloaca de un túnel circular, revestido con tres anillos de ladrillos, pero en donde atraviesa el distrito B tiene la construcción especial indicada en Fig. 38, por ser allí sumamente falso el suelo. La excavación correspondiente se ejecutó entre un pilotaje compuesto de chapas de fierro dulce bajadas entre pilotes de madera, siendo formada la cloaca de hormigón dispuesto en un invertido de fondo chato, que descansa en una balsa de pino de tea en el fondo de la excavación. Con el fin de mantener la cloaca dentro del suelo firme, hasta donde fuera posible, sólo se le dió unos $0^{m}.60$ de cubierta debajo del pavimento de la calle. Aun cuando el suelo se compone de barro blando y de arena saturada de agua, la obra se ejecutó satisfactoriamente, y en los diez años que han transcurrido desde entonces no se ha producido en ella ninguna señal de asentamiento.

Sifón del Riachuelo.—En el límite Sud de la ciudad pasa la cloaca debajo del Riachuelo por medio de un sifón

invertido. Se había pensado, en un principio, construir este sifón dentro de un contradique, pero la experiencia ganada en la ocasión de la destructiva inundación de 22 de Setiembre de 1884 dió margen á que se modificase este proyecto. Durante esa inundación, cayeron 0.229 de lluvia en venticuatro horas, subió el Riachuelo á 11 piés sobre su nivel normal de alta marea, y la corriente adquirió una fuerza suficiente para destruir los dos grandes puentes de fierro, uno del Ferro-Carril á la Ensenada, y el otro carretero, que cruzaban el Riachuelo en el paraje elegido para el sifón. La posibilidad de que volviera á producirse tal inundación condujo á la adopción de un proyecto que no habría de ofrecer ninguna obstrucción seria al paso del agua durante la construcción de la obra.

En Figs. 39 á 44, Lám. 3, se indican los detalles de este sifón. La parte horizontal debajo del río consta de tres tubos elípticos de fierro fundido, rodeados por hormigón de un espesor mínimo de $0^{m}.46$, siendo colocado todo ello á una profundidad de $0^{m}.61$ debajo del lecho del río. En cada extremo terminan estos tubos en estribos, en la parte superior de los cuales existen cámaras, con las que comunica la cloaca principal. En cada estribo se efectúa la comunicación entre estas cámaras y los tubos por medio de seis caños de fierro fundido, de $0^{m}.76$ de diámetro, cada uno de los cuales tiene una válvula destinada á regular el paso de las aguas cloacales por los referidos tubos. Encima de cada estribo se ha construido un kiosco. El del lado Norte contiene maquinaria para la remoción del barro, que viene á caer en un pozo construido frente á la entrada á los tubos, mientras que el de la banda opuesta contiene una caldera con un pulsómetro, destinado á agotar los tubos, y también un ventilador

mecánico para cuando sea necesario limpiarlos ó componerlos.

Los tubos elípticos tienen $1^{m}.52$ de altura por $0^{m}.686$ de anchura, es decir que son de tamaño suficiente para permitir que un hombre pueda recorrerlos fácilmente de un extremo al otro. El lecho del riachuelo se compone de una arcilla blanda y deleznable, y de arena fina, no pudiéndose dar con un cimiento firme á ninguna profundidad razonable, según quedó evidenciado en la construcción del puente para el Ferro-Carril del Sur, cuando se hicieron excavaciones hasta una profundidad de 27 metros sin encontrar suelo más firme. Los estribos son similares en ambas margenes, y constan de dos cilindros de fábrica de ladrillo, de $3^{m}.36$ de diámetro externo, construido cada uno sobre una zapata, y teniendo incorporados á intervalos pernos verticales y chapas horizontales. Fueron bajados al borde del agua, á distancia de $9^{m}.76$ uno del otro, hasta una profundidad 10 metros debajo del lecho del río, siendo su altura total de $17^{m}.68$. No hubo necesidad de adoptar medidas especiales para bajar estos cilindros, y la excavación se hizo á mano, sin que penetrase á ellos grandes cantidades de agua durante esta operación. Luego se echó hormigón al fondo del cilindro, siendo compuesto aquél, en tres de los cilindros, de 1 de cimento por cuatro de arena, pero en el cuarto, en donde entraba mayor cantidad de agua, fué necesario emplearlo de 2 á 1. Este relleno se colocó hasta una altura de $4^{m}.88$, siendo llenado lo demás de los cilindros con hormigón de 12 á 1. En uno de los del estribo Sud se omitió este relleno, y se utiliza el cilindro como pozo para recibir el contenido del sifón, en caso de que se hiciera necesario vaciar alguno de los tubos, cuando se agotaría el cilindro por medio del ya mencionado pulsómetro.

Los cilindros del estribo norte fueron bajados satisfactoriamente á sus posiciones debidas, pero los del estribo opuesto se desviaron ligeramente hacia el río, de manera que los estribos vinieron á quedar algunos centímetros más cerca uno del otro de lo que se había proyectado. Este movimiento, sin embargo, no dió lugar á inconveniente mayor, y lo único que se hizo para remediar el defecto fué la reconstrucción de la parte superior de uno de los cilindros, para traerlos á éstos en línea recta.

Entre los dos cilindros de cada estribo fué cercado un espacio circular por medio de un contradique formado de pilotes; el diámetro de este contradique era igual á la distancia entre los centros de los pilares de ladrillo, que así formaban parte del dique, dándole la estabilidad necesaria para resistir á la tendencia de los bordes del río de hacerlo que se deslizara hacia el centro. El contradique se componía de pilotes de $0^{m}.36$ de costado, labrados con exactitud al radio deseado, y clavados con esmero, para formar el círculo. Este pilotaje resistió con éxito á la presión de $11^{m}.50$ de arcilla deleznable por el lado de tierra, y á una correspondiente presión hidrostática por el del río. Dentro de estos contradiques se construyeron las partes centrales de los estribos, Fig. 41, terminándose provisoriamente la obra en la línea a b c, Fig. 42.

Luego los pilotes en el frente del estribo fueron cortados debajo del agua para dar lugar á la parte horizontal del sifón, que tenía que colocarse á través del río, entre uno y otro estribo, siendo dividido en cuatro tramos, y descansando en ambos extremos en los cimientos que así se le habían preparado en la base de los estribos. Los soportes intermedios se componen de tres cilindros de $2^{m}.76$ de diámetro,

que llegan hasta una profundidad de 7m.62 debajo del fondo del sifón. Fueron bajados estos cilindros por medio de andamios construidos arriba del nivel de la alta marea, y son construidos de fábrica de ladrillo edificada en zapatas de fierro batido, y alargados provisoriamente por medio de cilindros de fierro, á objeto de que la parte superior de los de material pudiera bajarse á la profundidad requerida, una vez conseguido lo cual se removió el cilindro metálico, quedando así el extremo superior del cilindro al nivel debido para recibir las secciones del sifón. Para bajar estos cilindros hubo que cargarlos con un peso como de 300 toneladas, que representaba el rozamiento de la superficie. Una vez llegados á la profundidad requerida fueron rellenados de hormigón, siendo entonces la superficie de descanso de 6 metros cuadrados y el peso de 3m.80 kilógramos por centímetro cuadrado.

Cada una de las cuatro secciones del sifón consta de un cilindro de palastro, de corte elíptico, Figs. 43 y 44, reforzado con anillos de fierro bulbo, y con ligazones internas provisorias en el sentido de su eje mayor, de manera á darle la fuerza necesaria para soportar la presión del agua debida á la profundidad del río. Estos cajones se construyeron en la playa, armándose en su interior las chapas de fierro fundido que forman los tubos. Además de estos tubos, cada cilindro contiene dos fuertes vigas enrejadas de fierro batido, que se extienden en toda su longitud, y le dan suficiente fuerza para mantenerse firme, una vez llenado de hormigón, y descansando por sus extremos. Estando listo todo ello, fueron alzados los cilindros por una grua flotante, y llevados á sus sitios respectivos. Luego se dejó que se llenasen de agua, y fueron bajados á un canal que se habia dragado para su recepción,

de manera á descansar en los pilares cilíndricos que ya se habían colocado al efecto. Esta operación se verificó satisfactoriamente, y no se experimentó dificultad alguna en colocar los cilindros exactamente en dichos pilares. Podía llegarse al interior de los cajones por medio de tubos provisorios de fierro batido, de $1^{m}.52$ de diámetro, puestos uno en cada extremo, y que llegaban hasta arriba del nivel de la pleamar. Por medio de esas bocas se rellenó el espacio entre los tubos y las planchas del cilindro con hormigón de 5 á 1, envolviéndose así el conjunto de los tubos y de las vigas dentro de hormigón del espesor mínimo de $0^{m}.46$.

Antes de depositarse este hormigón, fueron recargadas las vigas en el interior de los cilindros para producir su flexión final. Las pesas fueron retiradas á medida que se echaba el hormigón, de manera que permanecieron con igual grado de flexión, y así pudo evitarse toda tendencia á la fractura del hormigón parcialmente fraguado en la parte inferior del cajón, debida al paulatino aumento de la carga durante la deposición del hormigón. No se contó para nada ni con la resistencia del barro en el lecho del río, ni con la fuerza trasversal de los cajones elípticos, pues el hormigón, con las vigas contenidas en él, tiene suficiente fuerza para permitir que cada tramo, que tiene $15^{m}.85$ de largo, quede soportado en los pilares y en los estribos después de la completa oxidación de los cilindros. La unión entre éstos se efectuó, depositando hormigón debajo del agua hasta rodear totalmente el espacio que separaba los extremos adyacentes de los cajones. Luego se sacaron desde adentro los mamparos que formaban los extremos de los cajones, y se unieron los tubos por medio de piezas de fierro fundido, hechas especialmente. El mismo sistema fué adoptado para la unión de los tubos

á unos cajones que, en continuación de los caños verticales, ya habían sido incorporados en las caras de los estribos.

Sifón provisorio.—Debido principalmente á los efectos de la inundación, se produjeron demoras considerables en la adopción de los proyectos para el sifón permanente. En el intervalo la construcción de las cloacas había adelantado rápidamente, y para que pudiera establecerse la conexión entre ellas y las cloacas domiciliarias, se hizo necesario construir un sifón provisorio, con capacidad suficiente para llevar las aguas cloacales á través del Riachuelo, hasta tanto estuviese terminado aquél. Se compone esta obra provisoria de cuatro caños de fierro dulce remachado, de $0^m.46$ de diámetro, que cruzan el río sobre un puente de madera construido especialmente para este objeto. En la margen norte del Riachuelo se construyó un pozo, de $3^m.66$ de diámetro, y otro, de $2^m.13$ de diámetro, en la margen opuesta, en los que descendían los dos extremos del sifón, manteniéndose en aquéllos una profundidad suficiente de agua cloacal para impedir la entrada del aire á los caños. Para poner en funcionamiento, el sifón, se llenaron los caños con agua corriente, estando cerrados provisoriamente sus extremos por medio de válvulas dispuestas para ese fin. Una vez en marcha, se lo mantuvo en funcionamiento, despidiéndose diariamente los gases, que se dejaban acumular en una cámara en la parte más alta de la cañería, en la que se efectuaba la remoción de aquéllos por medio de la introducción del agua por una esclusa neumática. Este sifón tenía 111 metros de largo, y estaba calculado para dar paso á las aguas cloacales de 8000 casas, conjuntamente con la correspondiente agua de lluvia, con una diferencia de nivel, de un extremo al otro, de $0^m.46$; esta diferencia, sin embargo, era

susceptible de ser aumentada, dejándose que acumulara el agua en el pozo en el extremo superior; esto se verificó así, con tal éxito, que al tiempo de ponerse en servicio el sifón permanente, ascendian á cerca de 14,000 las casas que desaguaban á las cloacas. El sifón funcionó muy bien, no habiendo habido caso de que se interrumpiese su descarga durante los cuatro años que estuvo funcionando.

Conducto de Desagüe.—La prolongación de la cloaca principal más allá de la margen sud del Riachuelo conduce todas las aguas cloacales de la ciudad hasta que desemboca en el río, siendo de 23½ kilómetros la extensión de esa sección del conducto. Para los fines de la descripción, puede ella dividirse en dos secciones, la establecida en los terrenos bajos, y que liga el sifón con la casa de bombas en el Puente Chico, en donde se alzan las aguas á una altura de 13 metros, y la que corre en terrenos más altos, y lleva dichas aguas, después de bombeadas, hasta su desembocadura en el río.

La primera parte del conducto bajo atraviesa terrenos de naturaleza similar á los del distrito B, y se adoptó allí la misma forma y el mismo modo de construcción que en el mencionado paraje. En lo demás del trayecto el suelo era más firme, y allí se dió al conducto una forma circular, del diámetro de $2^{m}.286$, siendo construido de hormigón de $0^{m}.38$ de espesor. Este modelo es el que se adoptó para lo demás de esa primera sección, y para toda la segunda, salvo en aquella parte en que está bajo presión. En ambas partes la pendiente es á razón de 1 en 2640 para el conducto de $2^{m}.286$ de diámetro, y de 1 en 1800 para el de $2^{m}.057$ de diámetro. El invertido de ambas secciones está revestido de ladrillo, estando revocados en cimento del espesor de $0^{m}.038$ los bordes hasta el arranque del arco. Se obtiene acceso al conducto por

medio de bocas de registro, construidas, en el caso de los parajes bajos, á una altura suficiente para estar arriba de cualquier inundación. En cada boca de registro se ha construido una torre ventiladora de 3 metros de altura, para servir de base á una chimenea, que podrá construirse en cuanto llegue á poblarse el barrio respectivo. Muchas de estas chimeneas se han construido ya, y otras se edifican á medida que resultan necesarias.

Establecimiento de Bombas del Puente Chico.—Consta éste de una cámara de separación, en donde el agua cloacal pasa por rejillas con barras puestas á $0^{m}.025$ unas de otras, y de una casa de máquinas que contiene dos pares de motores "compound" á balancín, con bombas, con capacidad para alzar 164,000,000 litros en venticuatro horas, contra una presión de 13 metros de agua. Para completar la instalación, se hizo necesario duplicar esta maquinaria, y la segunda parte fué construida y entregada al Gobierno en 1892, pero no ha sido ya concluido su armazon. Es similar á la primera, pero con la diferencia de que funcionan los motores á una mayor presión, siendo de 8 atmósferos. También se han entregado aparatos calentadores, por los que deberá pasar el agua de alimentación de las calderas. Comprende asimismo este establecimiento un pozo artesiano para el suministro del agua de alimentación, amplios depósitos de carbón, y casas para el personal. Los caños de bombear, entre la casa de máquinas y el punto de arranque de la segunda sección del conducto, son en número de tres, de $1^{m}.067$ de diámetro, de fierro fundido, siendo su extensión de 1200 métros.

Cerca de la terminación de la segunda parte del conducto se atraviesa el Arroyo Jimenez, que es de bastante importancia. El conducto en este paraje se compone de tres caños

de fierro fundido de $1^{m}.067$ de diámetro, que descansan en pilares de fábrica de ladrillo, construidos en el lecho del arroyo, sobre los que están asegurados por fajas de fierro, con pernos de sujeción. Los pilares están situados cerca de las juntas de los caños, y son bastante fuertes, siendo construidos sobre sólidos cimientos, á fin de resistir á los torrentes que suelen bajar por el lecho de ese arroyo. Los caños no tienen revestimiento, y como se hallan expuestos á los rayos del sol, están sujetos á grandes variaciones de temperatura, pero los inconvenientes á que ésto podría dar lugar se han evitado mediante la adopción, en cada extremidad, de juntas de expansión, formadas de prensa-estopas, y de asientos movedizos en cada punto de soporte, á fin de que ésta pueda producirse libremente. Los caños tienen juntas de plomo, con tornillos que llegan hasta la espiga del caño inmediato, para impedir que puedan separarse. Estos caños tienen ya nueve años de colocados, y han resultado satisfactorios bajo todo concepto.

Desembocadura.—El conducto de material termina en el declive de la barranca, en un punto frente al sitio elegido para la desembocadura en el río, del que está separado por un extenso bañado. Para atravesar ese terreno se han colocado dos líneas de caños de fierro fundido de $1^{m}.067$ de diámetro, debiéndose establecer una tercera cuando el aumento en las aguas cloacales lo haga necesario. La desembocadura se halla á una distancia de 457 metros de la margen del río, habiendo sido colocados los caños en ese trecho por medio de un contradique, el que se empleó provisoriamente como muelle para el desembarco de materiales. Los caños tienen juntas torneadas, con una de plomo en cada 45 metros. En ciertos casos, en donde había mucha agua, se emplearon juntas de macilla metálica en lugar de las de plomo.

Cloacas de la Boca y Barracas.

Condiciones físicas del Distrito.—La extensa área B, que queda entre la barranca y el Riachuelo, en el extremo sud de la ciudad, difiere esencialmente, en sus condiciones físicas, de lo demás de ésta, y con tal motivo no fué posible incluirla en el proyecto general. El nivel de estos barrios queda muy poco arriba de aguas altas ordinarias, habiendo partes que sólo están á los $13^{m}.70$ sobre el plano de comprobación. El terreno sube algo hacia el Noroeste, pero el punto más alto sólo queda á $16^{m}.20$ sobre el referido plano, ó sea tan sólo $0^{m}.40$ sobre el nivel de la mayor crecida. La Municipalidad, al construir nuevas calles, alza la calzada á un nivel mínimo de $14^{m}.30$, pudiendo tomarse este nivel como siendo el de la superficie en general á desaguarse. La margen del Riachuelo ha sido alzada artificialmente hasta los $14^{m}.60$, de manera á que las casas que en ella se construyan queden á fuera del agua, y los muelles de la Dársena Sud están al nivel de 16·40. El límite oeste de este distrito lo forma el terraplén del Ferro-Carril del Sur, de manera que está encerrado por todos los costados, interceptándose el desagüe natural del suelo en todas direcciones.

En un suelo tan bajo es inevitable á menudo que las cloacas estén colocadas debajo del nivel del río, y por lo tanto no podrían ellas servir para llevar á éste el agua llovediza, según lo hacen en las demás partes de la ciudad, mientras que el alzamiento de este agua por medio de bombas no sería factible á consecuencia de la extremada violencia de las tormentas. Además, en las mareas excepcionales que se producen á intervalos, la mayor parte del distrito queda anegado, tanto

así que durante el temporal de 1884, ya referido, todo ese terreno quedó debajo de $1^{m}.50$ de agua. En estas circunstancias era necesario excluir esas aguas de las cloacas, de manera que nada se procuró hacer en el sentido de la remoción de las aguas de lluvia por medio de ellas. La Municipalidad, sin embargo, construyó una red separada de desagües superficiales, para llevarlas al río.

Debido á la naturaleza del suelo en este distrito, pues él se compone de una capa superficial relativamente dura, que varía entre $0^{m}.60$ y $1^{m}.20$ de espesor, sobre un lecho de depósito aluvial muy blando, la construcción de cloacas se hizo sumamente difícil. En algunos puntos se encuentra una tierra dura á unos 6 metros de la superficie, pero no se puede contar con ello, y en la parte cercana al Riachuelo no se puede hallar una base firme á una profundidad mucho mayor. El área del distrito es más ó menos de 400 manzanas, de las que la mitad aproximadamente están habitadas, ascendiendo la población á unos 80,000. Todas las partes principales de las obras, sin embargo, han sido basadas sobre una población futura de 500 por manzana, ó sean 200,000 por todo, y también se preveó la extensión ulterior del distrito á una parte considerable de los terrenos á ganarse al río, una vez que se hayan completado las obras del puerto. Aun cuando puede parecer excesiva la estimación de la futura población, no lo es en realidad, si se tiene presente el rápido aumento que se produce en este distrito. Es probable asimismo que en algunos de los subdistritos se alcanzará, dentro de un tiempo relativamente corto, á la densidad máxima de población que se ha hallado en otras partes de la ciudad.

Sistema general de Cloacas.—El distrito B se ha dividido, para los fines de las cloacas, en diez y ocho subdis-

tritos, Fig. 37, Lám. 3. De éstos sólo el que está inmediato á la cloaca interceptora principal puede desaguar por gravitación, de manera que todos los demás han tenido que regirse por el sistema especial que ahora se pasa á describir.

Las circunstancias locales que hicieron necesaria la subdivisión de esta parte de la ciudad en tantos subdistritos son, en primer lugar, la conveniencia de que las cloacas se mantengan, en lo posible, dentro de la capa superficial de suelo firme, en la que la excavación es comparativamente fácil, y en segundo lugar, el hecho de que para obtener una pendiente adecuada en las cloacas, era necesario que no fuera demasiado grande su extensión, pues en tal caso penetrarían á una profundidad demasiado grande debajo de la referida capa. Era esencial, pues, como los distritos son tan numerosos, que se adoptase algún sistema para la distribución de la fuerza motriz destinada á la remoción de las aguas cloacales, y en vista de ser éstas de considerable volúmen, se hizo evidente que el sistema más económico y más seguro á la vez sería el de la trasmisión de la fuerza por la presión hidráulica, para hacer funcionar las bombas en cada distrito. En cuanto sepa el que esto escribe, las obras de que nos ocupamos son las más considerables que se hayan construido hasta ahora con arreglo á este sistema.

Cloacas.—Las cloacas en cada uno de los distritos de bombear convergen á un punto central en donde descargan á un pozo de bombas. Las condiciones principales que rigieron el proyecto de las mismas son, que el fondo de la zanja no se halle á un nivel inferior al de $11^{m}.60$ sobre el plano de comprobación, lo que equivale, en la mayor parte de los casos, á una profundidad máxima de excavación de $2^{m}.75$; que la cubierta mínima sobre ninguna cloaca no baje de $1^{m}.07$; y

que la pendiente no sea menor de 1 en 300. Los límites de los distritos se arreglaron de manera á que sus áreas fuesen tan grandes como posible, con sujeción á estas condiciones. Se aprovecharon las pequeñas pendientes naturales que existen en la superficie, de manera á reducir, hasta donde se pudiese, el número de los subdistritos.

Las clòacas son de $0^{m}.152$ y de $0^{m}.229$ de diámetro, y constan de caños de loza de barro en todos los casos en donde era fácil colocarlos, pero en muchas de las zanjas de mayor profundidad fueron ellos sustituidos por caños de fierro, con juntas de macilla metálica, con una junta de plomo en cada 45 metros. En algunos casos varios de estos caños fueron reunidos en un solo trozo antes de bajarse á la zanja, haciéndose las juntas en la superficie. Cuando se emplearon caños de loza de barro en parajes en que la mucha agua ó la arena fluida hacían indispensable la ejecución del trabajo con la mayor celeridad posible, se empleó una forma especial de junta. Consta ésta de un anillo de cimento moldeado á la espiga del caño, y susceptible de ajustarse exactamente dentro de otro anillo similar en el encastre de otro caño, siendo rellenado lo demás de la junta con mortero de cimento Portland. De esta manera era posible colocar los caños con gran rapidez, y quedaba asegurada su concentricidad, mientras que el costo adicional no excedió de 3 centavos oro por junta. Con raras excepciones los caños fueron colocados sobre madera, bien sea en forma de balsas, ó de cortos pilotes clavados en el fondo de la zanja, á razón de uno por cada junta. Este último sistema es el que dió los mejores resultados, pues las balsas se hundían á menudo cuando el caño venía á descansar en ellas, hallándose socavadas por el constante bombeo que era necesario. No se permitió que ninguna parte de la zanja

se rellenase hasta tanto se hubiese colocado toda la cloaca en la misma, y hasta que se hubiese verificado el trabajo hecho, sometiendo la cloaca á una presión de 2 metros de agua; las juntas que así resultaron defectuosas fueron envueltas en hormigón. Todas las zanjas fueron sostenidas por tablaestacas, compuestas de tablones de $0^{m}.076$ clavados por medio de pesadas mazas.

Bocas de registro.—En donde lo permite la profundidad de la cloaca, las bocas de registro son de la misma forma que las ya descriptas, pero en muchos casos ella se halla tan cerca de la superficie que no hay lugar sino para el cuello de hormigón, cuya forma, en esos casos, se modifica de la manera indicada en Fig. 45, Lám. 3, y se adopta una disposición especial para obtener acceso á la cloaca por medio de tapas movibles puestas debajo de la calzada. Como estas cloacas se limpian por medio de torrentes periódicos de agua, no es probable que esas tapas necesiten removerse con frecuencia.

Las disposiciones para la ventilación de las cloacas son iguales á las existentes en los demás distritos de la ciudad, pero se hizo necesario un arreglo especial para impedir que el agua penetrase por las rejillas de las bocas de registro, en caso de inundaciones, y con ese fin se ha introducido el aparato que se indica en Fig. 46, por medio del cual se cierra automáticamente una válvula, en cuanto empieza á entrar una cantidad considerable de agua, la que entonces no puede pasar á la cloaca. Un pequeño boquete en el costado del aparato permite que éste se vacíe después de que baje la inundación, abriéndose así de nuevo la válvula, y restableciéndose la libre entrada del aire.

Limpieza.—En la extremidad superior de cada cloaca, en cuyo punto la corriente natural de las aguas cloacales es

pequeña, se han hecho instalaciones para la limpieza automática de aquéllas cloacas en que la pendiente es menor de 1 en 100, la que se efectúa por la admisión de cierta cantidad de agua, proveniente de la cañería correspondiente. Este aparato, que fué proyectado especialmente para este objeto, se indica en Figs. 47 y 48, Lám. 3, y consta de un pequeño tanque, provisto de un sifón automático, la frecuencia de cuya descarga se regula por un pequeño escape del caño de agua, y en el cual la caida del agua actúa una válvula con flotante, y poné así la cañería de distribución de agua en comunicación con la cloaca. De esta manera se envía periódicamente un regular volumen de agua á la cloaca, cuya emisión dura hasta que el relleno parcial del tanque viene á cerrar la válvula, alzando el flotante. Tanto la duración de las emisiones como el intervalo que las separa son susceptibles de adjuste. Este aparato se coloca debajo de la vereda, inmediato al caño de distribución, y se halla ligada á la cloaca por medio de un caño de fierro fundido de 0^{m}-102, provisto de un hondo sifón, que descarga en la boca de registro. El número de éstas que se han provisto de los aparatos mencionados asciende aproximadamente á una sexta parte del total.

Conexiones domiciliarias.—Las partes externas de las cloacas domiciliarias se han colocado á una pendiente de 1 en 40, y constan de caños de 0^{m}.102 de diámetro, de loza de barro ó de fierro, según la naturaleza del terreno. Las partes internas están en vias de construcción, con arreglo á reglamentos similares á los que rigen iguales trabajos en otros distritos, con algunas ligeras modificaciones para adaptarlos á las circunstancias locales. La principal de ellas consiste en no permitir la existencia á una altura menor de 15^{m}.85 sobre el plano de comprobación, de ningún punto por donde puede

penetrar el agua á la cloaca. Corresponde este nivel en la mayor parte de esa área, á una altura de $1^m.50$ arriba del nivel del suelo, y la prohibición tiene por objeto el impedir la entrada del agua á las cloacas en los casos de inundación. Las casas en los parajes en donde será necesaria esta precaución son en general de gente pobre, siendo construidas de madera ó de fierro galvanizado, y puestas en su mayor parte sobre pilotes, casi hasta la altura mencionada. Además de las conexiones externas que se han establecido para las casas ya construidas, se han colocado ramales en las cloacas, á intervalos como de 8 metros, para conexiones futuras; estos ramales, mientras tanto, tienen tapas de loza de barro, colocadas con cimento en el encastre de cada ramal.

Pozos de Bombear.—Los pozos en que desaguan las cloacas de cada distrito tienen 4 metros de diámetro, y entre $5^m.45$ y $7^m.00$ de profundidad, Figs. 49 y 50, Lám. 3. Fueron bajados desde la superficie sobre zapatas de fierro batido, y son formados de fábrica de ladrillo, del espesor de $0^m.48$, en mortero de cimento, siendo revocada con igual substancia, su cara exterior. Á consecuencia de la irregularidad de sus movimientos, se requirió bastante cuidado para bajar estos pozos. En algunos casos hubo que hundirlos á fuerza de grandes pesos, á través de capas de arcilla pegajosa, pero en otras ocasiones bajaron, por su propio peso, con una rapidez inconveniente. La cantidad de agua que se encontró fué muy grande, y la colocación de los pisos de hormigón presentó dificultades bastante serias. En algunos casos se dió con tosca dura cuando menos se esperaba, y antes de que hubiese llegado el pozo á la profundidad requerida, y en otros se produjeron rajaduras verticales á consecuencia de las variaciones existentes en la naturaleza del suelo. Á pesar de estas

dificultades, sin embargo, todos los pozos fueron terminados satisfactoriamente, y hechos estancos.

Antes de caer á estos pozos, el agua cloacal pasa por pequeñas cámaras, inmediatas á los mismos, en las que hay dos tablones puestos de canto, de manera que las aguas tengan que pasar encima de uno y debajo del otro, impidiéndose así el paso de todo cuerpo sólido, bien sea pesado ó flotante, y evitándose de esta suerte, en gran parte, la necesidad de limpiar el pozo, operación algo difícil á consecuencia de la gran cantidad de maquinaria que contiene. Otra ventaja que reportan estas cámaras es que mediante una inspección nocturna, puede inmediatamente localizarse cualquier defecto que admita agua á la cloaca, y tomarse medidas para repararlo.

Maquinaria de bombear.—En cada pozo existen dos bombas para alzar las aguas cloacales, cuyos cilindros, así como los caños de aspiración y de educción, se hallan dentro del pozo, mientras que la maquinaria motriz está en un kiosco ornamental construido encima del mismo. Las bombas son de simple efecto, y las prensa-estopas de los émbolos se hallan al nivel del piso del kiosco ; se componen las válvulas de una sola chapaleta, para evitar, en lo posible, el que quede alguna substancia sólida prendida en las mismas. Los émbolos macizos de las bombas son empujados hácia abajo á impulsos de un ariete hidráulico, y son alzados por medio de otros dos, de efecto inverso, que están constantemente abiertos á la presión hidráulica, Fig. 51. Las válvulas para la admisión del agua al cilindro de presión, por el centro del ariete, funcionan por medio de levas movidas por el émbolo macizo. El agua, después de haber llenado su misión, pasa de los cilindros hidráulicos á un collarín abierto en el cilindro de la bomba, lo que impide que las substancias ásperas suspendidas

en las aguas cloacales lleguen en contacto con la empaquetadura en la prensa-estopa de la bomba. Las bombas se ponen en funcionamiento automáticamente, y se paran del mismo modo, por medio de flotantes que suben y bajan con el agua en el pozo, estando dispuestas de manera á que la presión hidráulica se admite á los arietes siempre que esa agua llegue al nivel máximo, cerrándose en cuanto baje al nivel mínimo. Los flotantes en cada pozo están dispuestos de suerte que una ú otra bomba puede ponerse en funcionamiento para el servicio ordinario, pero la segunda está siempre lista, salvo que esté en compostura, para ponerse á trabajar automáticamente en caso de no funcionar la que está en servicio, ó de entrar una cantidad anormal de agua que deba bombearse. El piso del kiosco está cerrado herméticamente para impedir el escape del gas cloacal, y con este fin las varillas para actuar las válvulas pasan por prensa-estopas. El pozo está perfectamente ventilado por medio de un caño de fierro dulce de $0^{m}.229$, que se lleva adentro del kiosco hasta arriba del techo del mismo, estando dispuesto de manera á que se le pueda poner un recipiente con carbón de leña, si fuera necesario. La presión hidráulica que se ha adoptado es la de 52.72 kg. por centímetro cuadrado, y los émbolos de todas las bombas tienen $0^{m}.762$ de diámetro. Á consecuencia, sin embargo, de las diferentes áreas de los distritos, resultó necesario adoptar dos tamaños de bombas, y por consiguiente cinco juegos de las mismas fueron dotados de émbolos con una carrera de $1^{m}.219$, teniendo los doce restantes una de $0^{m}.914$. Están calculadas las descargas respectivas en 86.3 y en 49.6 litros por segundo, ó sea la cantidad máxima de agua cloacal procedente del distrito más grande de cada grupo.

Los kioscos son octagonales, siendo construidos de fierro

fundido ; son de vistosa apariencia, y se hallan en el centro de la calzada, en la intersección de dos calles, de cuya manera se evita toda obstrucción de la via pública. Los tableros en cada lado están dotados de visagras, de suerte que se puede tener acceso á la maquinaria sin dificultad, y la construcción está resguardada por una sólida reja que la rodea.

La descarga de agua cloacal se calcula sobre un consumo medio diario de 88 litros de agua por habitante durante todo el año, para una población de 500 por manzana, y cada bomba tiene una capacidad cuando menos de dos y media veces esa cantidad. Esto es algo excesivo si se lo compara con la proporción que suele adoptarse en otras partes, pero en realidad esa capacidad no es mayor que la que responde á las circunstancias locales. La alta temperatura reinante en los meses de verano da lugar á un consumo de agua, durante ciertas horas del día, cuando menos del doble del promedio anual. Es además necesario hacer frente á la remoción del agua empleada en la limpieza de las cloacas, y á la que penetre incidentalmente á ellas. Luego debe tenerse presente que la cantidad que puede almacenarse en las cloacas y en los pozos no puede tener efecto apreciable en igualar el rendimiento de agua cloacal, á consecuencia del pequeño diámetro y escasa longitud de aquéllas, y de la reducida capacidad de estos últimos, siendo todo ello equivalente tan sólo á la descarga de unos diez minutos de uno de los distritos mayores.

Caños de bombear.—Compónense éstos de caños de fierro fundido que varían en diámetro entre $0^{m}.61$ y $0^{m}.203$, es decir de las dimensiones requeridas para dar una del agua velocidad de unos $0^{m}.60$ á $1^{m}.00$ por segundo. Los caños están dispuestos de manera á que haya dos vías disponibles para cada pozo.

Cada caño está provisto de una cámara de aire colocada debajo de la calzada inmediato al pozo de bombear, y que iguala la presión que impele el agua cloacal en los caños, siendo dotadas dichas cámaras de los acostumbrados indicadores y llaves. En todos los pozos tienen los caños válvulas para aislar los varios trozos de cañería, y también válvulas de desagüe para vaciarlos. Estas válvulas son de diseño especial, pues son de una sola cara, estando formada la lengua de aquéllas con un filo cortante que raspa esa cara en el acto de cerrarse la válvula. No hay válvulas de aire en estos caños, pues la pequeña presión á que estarían sometidas haría inseguro su funcionamiento, pero los caños están dispuestos de manera á que todas sus partes más altas corresponden en posición con los pozos de bombear, y en cada uno de éstos se inserta una pequeña llave de aire, que se deja algo abierta mientras funcionan las bombas, de suerte que el aire ó los gases salen al pozo, desde el cual se escapan por el caño de ventilación. Los caños están provistos de chapas de registro, aseguradas con pernos, y colocadas á distancia de dos cuadras una de otra. Para facilitar la inspección, en cada uno de estos puntos se trae hasta la superficie un caño vertical, de $0^{m}.203$ de diámetro, para servir como boca de luz.

Casa central de Fuerza motriz.—La fuerza hidráulica se distribuye desde una casa de bombas situada en el extremo norte del distrito, cuya posición se eligió en previsión de ensanches futuros en aquella dirección. Compónese esta instalación de dos máquinas horizontales de bombear, cada una de ellas con capacidad para echar á los acumuladores 800 litros de agua por minuto contra una presión hidrostática de 500 metros. Cada motor tiene suficiente fuerza para hacer funcionar todas las bombas á un tiempo, guardándose el otro

en reserva. La casa de máquinas es de tamaño suficiente para contener una tercera máquina de igual tamaño, cuando sea necesario. Los acumuladores son en número de dos, de $0^{m}.46$ de diámetro, con una carrera de 6 metros; las cajas de presión son de mayor tamaño que en lo general, pues las únicas substancias disponibles, para dar la presión, eran arena y piedra machacada. El agua de presión proviene de la cañería de servicio, y se saca de un depósito encima de la casa de calderas, á donde llega después de haber pasado por los condensadores de las máquinas.

Caños de presión hidráulica.—El agua de alta presión se conduce por caños de fierro fundido que varían en diámetro entre $0^{m}.127$ y $0^{m}.076$ con ramales de $0^{m}.051$ para el funcionamiento de las bombas. Los diámetros de estos caños fueron determinados en el concepto de que, en cuanto fuera posible, tuvieran una pendiente hidráulica de 1 en 100. Esta cañería está colocada en circuitos, de manera á que el agua de presión tenga dos vías de acceso á cada bomba, y se han colocado numerosas válvulas para separar cualquier trecho de cañería que hubiese que reparar. Los caños están colocados en zanjas poco profundas, para que queden dentro del suelo firme de la superficie, ó sea con una cubierta, en general, de $0^{m}.84$. Toda la instalación hidráulica fué hecha por la "Chester Hydraulic Engineering Company," y las juntas, válvulas y demás accesorios son de los modelos normales empleados por esa casa.

Materiales.

La campaña que circunda á la ciudad de Buenos Aires es desprovista de piedra para la edificación, la que, en esta banda del río, no se halla á una distancia menor de 400 kilómetros al Sur, que es la que separa el Azul de la Capital. En ese

paraje se encuentran piedra calcárea y granito, de buena calidad. En la época en que se proyectaron las obras de salubridad las casas y los edificios públicos se construían de ladrillos porosos, en barro, hecho de tierra de la capa superficial del suelo, amasada con agua. Después de esa fecha, y debido á la existencia de ferro-carriles, se quema cal en el Azul, y también en Córdoba, 700 kilómetros al Noroeste, y ella se trae para la confección de morteros. La ornamentación arquitectónica de las casas, generalmente en el estilo italiano, y á menudo con gran profusión de detalles, es de revoque hecho con estas cales, á las que se agrega cimento Portland ó romano, introducido de Europa.

Cuando se dió principio á las obras, el Gobierno hizo un ensayo para fabricar cimento con materiales existentes en el país. Se compró toda la maquinaria necesaria, y se nombró á un gerente experimentado, pero si bien se exhibieron algunas muestras regularmente buenas, no podía contarse con la calidad, en general, del artículo, y como el costo de lo fabricado era muy superior al del introducido, se abandonó la fabricación, de manera que todo el cimento empleado en las obras fué importado de Inglaterra. El mármol que se emplea hoy en la ornamentación de los edificios proviene del Azul, pero casi todo el que se ha usado antes ha provenido de Italia. Existe granito de buena calidad en la margen opuesta del río, pero si se necesitan grandes cantidades de sillares bien labrados, es más económico traerlos de Inglaterra. La arena empleada en las obras proviene exclusivamente de aquella banda, pues no existe arena de calidad apropriada en los alrededores de la ciudad. En estas circunstancias, pues, se hizo necesario estudiar cuál sería el material de construcción mas conveniente y más económico que podía emplearse en la

construcción de las obras. La arcilla con que se fabricaban los ladrillos comunes era de buena calidad, y como parecía probable que los defectos que se notaban en ellos podían evitarse en gran parte, si se aprensaban bien y se quemaban con prolijidad, verificáronse experimentos en ese sentido, estableciéndose después una fábrica, para producirlos en grandes cantidades. Resultó que estos ladrillos eran buenos, y pudo verse además que si se los quemaba en exceso, se vitrificaban, y que entonces, si bien á menudo de forma defectuosa, eran muy útiles para resistir el pesado tráfico de las calles. También se empleó en grande escala en las obras el hormigón, compuesto de cimento, ladrillos machacados y arena, en distintas proporciones.

Es digno de mencionarse el hecho de que, debido á las circunstancias del lugar, el costo del hormigón y el de la fábrica de ladrillo son casi idénticos, de manera que en el caso de una gruesa pared de hormigón resultaba más conveniente suprimir los moldes, y formar las caras de ladrillo, rellenando lo demás con hormigón. Se empleó una gran cantidad de terra cotta, importada de Inglaterra, en la ornamentación de los varios edificios pertenecientes á las obras, mientras que en otros casos se empleó el revoque, el que en esta clima resulta bastante duradero, y menos caro que la terra cotta. No se empleó piedra en las obras, salvo para asiento de la maquinaria. En donde se empleó madera, se echó mano del quebracho colorado, que se encuentra en el Norte, siempre que se requería una gran durabilidad, pero en los techos y demás, donde era importante la facilidad de armar se empleó pino del Canadá. Los marcos de puertas y ventanas se hicieron de Urunday, y las puertas, etc., de cedro del Paraguay, barnizado.

Conclusión.

En los apéndices I y II se da una relación de los arreglos financieros, y del orden en que fueron construidas las obras, con además algunos detalles acerca del costo de las mismas.

En el apéndice III se demuestra aproximadamente el consumo de agua por cabeza durante los últimos veinte años. No existen datos seguros respecto de la población servida, pero este cuadro está calculado sobre números cuya corrección no deja lugar á dudas. El consumo por cabeza disminuía paulatinamente mientras estuvieron todavía en uso las obras antiguas, lo que demuestra claramente la insuficiencia de la provisión. En cuanto se pusieron en servicio las nuevas máquinas, el consumo por persona se aumento repentinamente desde 85 hasta 134 litros y se mantuvo más ó menos firme en un pormedio de 136 litros hasta el ano 1889. Durante este período ninguna restricción se puso respecto de la provisión, de manera que esta cantidad puede considerarse como el consumo normal por habitante, sin cloacas.

Se produjo un aumento considerable, no bien empezaron á funcionar las cloacas, el que se hizo más notable á medida que se iba poniendo mayor número de casas en comunicación con ellas.

Como es todavía incompleta la conexión de las casas con las cloacas, no se puede determinar el consumo normal por persona, con cloacas en servicio, pero se puede hacer una estimación, calculando el término medio de 136 litros por cada habitante de las partes de la ciudad que aun no las tienen, y dividiendo lo demás del agua suministrada entre los habitantes de los distritos que gozan de aquel servicio.

De esta manera resulta el siguiente consumo para estos últimos :

1891	. . . .	322 litros por habitante.
1892	. . . .	300 „ „ „
1893	. . . .	290 „ „ „
1894	. . . .	263 „ „ „
1895	. . . .	245 „ „ „

Estas cifras acusan una disminución constante á medida que el público se acostumbra más al uso de las cloacas, y que viene á ser menos general la costumbre reinante de dejar abiertas las canillas, con el erróneo propósito de mantener expeditas las cloacas. Es probable, sin embargo, que aun tiene lugar un desperdicio de agua considerable, y que una vez ligadas todas las casas con las cloacas, y adoptadas las precauciones usuales, el consumo habrá de disminuir más aún.

El ensanche del radio abrazado por las obras, que se decidió en 1888 (apéndice I), ha quedado más que justificado por el adelanto de la ciudad desde esa fecha. La población se calcula ahora en más de 690,000, ó, si excluimos los suburbios que quedan fuera del área de la antigua municipalidad, para la que se proyectaron las obras, en unos 580,000. De éstos unos 375,000 han hecho conexiones con la cañería de agua, y unos 260,000 con las cloacas.

En el apéndice IV se hace una comparación entre la mortalidad para el año 1887, antes de que hubiera conexión con las cloacas, y para el de 1895. La mortalidad por todas las causas ha sido reducida de 32 por 1000 á 23, ó sea un 28 %, y la por fiebre tifóidea solamente, de 0.675 á 0.290, ó sea un 64 %, aun cuando, sólo en un 47 % de las casas habia conexión con las cloacas. En el apéndice V se

demuestra la mortalidad debida á las tres principales enfermedades infecciosas por los 8 años que terminan en 1895. Está perfectamente bien señalada la mejoría en las condiciones sanitarias de la ciudad, á medida que las cloacas han ido poniéndose en servicio, y es muy justificado esperar, por lo tanto, que cuando los beneficios contingentes á obras de esta naturaleza se hayan extendido á toda la ciudad, ésta habrá de asumir el rango que le corresponde entre las más saludables del mundo.

El ingeniero residente al cargo de las obras desde su comienzo en 1871 hasta 1875 fué el Sr. Alfredo Moore, M.Inst.C.E. ; de 1875 á 1877 el finado Sr. Jorge Higgin, M.Inst.C.E. ; de 1882 á 1888 el Sr. Carlos Nyströmer, M.Inst.C.E. ; y de 1888 á 1891 el Sr. L. J. Lowe, M.Inst.C.E. Durante estos períodos el finado Sr. J. F. La Trobe Bateman, F.R.S., Ex Presidente Inst.C.E., y el que esto escribe, hicieron frecuentes viajes á Buenos Aires, dirigiendo los arreglos contingentes á la preparación de los proyectos, y á la ejecución de las obras.

En conclusión, desea el autor recordar los valiosos servicios que le ha prestado durante numerosos años su auxiliar el Sr. Arturo Honeysett, Assoc. M.Inst.C.E., quien durante mucho tiempo estuvo al cargo de la oficina de dibujo en Buenos Aires, y quien le ha ayudado en la preparación de esta reseña ; también desea mencionar los del Sr. W. Fox, M.Inst.C.E., y del Sr. C. E. D. Waring, M.Inst.C.E., quienes ayurdaran en la preparacion de los diseños ; y finalmente los del Sr. Olaf Boye, de Cristiania, quien, bajo la dirección del Sr. Carlos Nyströmer, M.Inst.C.E., confeccionó los diseños arquitectónicos del depósito de servicio, y de los demás edificios relacionados con las obras.

APÉNDICES.

APÉNDICE I.

Reseña Histórica de las Obras.

Las obras fueron proyectadas en 1871, y se dió principio á su ejecución dos años después, siendo ella proseguida activamente hasta el año 1877, cuando surgieron dificultades financieras y políticas que dieron lugar á la suspensión de los trabajos duranto varios años. En ol curso de aquel período se construyó la parte subterránea del túnel de toma, la casa de bombas aspirantes, y dos de los tres depósitos de asiento. También se había terminado la casa principal de bombas, pero no así la cañería que de ella arranca, de manera que no pudo sacarse partido de esas máquinas. La administración de las obras se hallaba en manos del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, pues en esa época dicha provincia tenía por capital la ciudad que lleva ese nombre.

Ya en 1882 las dificultades mencionadas habían sido vencidas en gran parte, y la ciudad, como consecuencia de una guerra civil, había pasado á ser la capital de la República. Se resolvió, pues, seguir con la construcción de las obras bajo la administración de una Comisión nombrada por el Gobierno Nacional, y en tal virtud empezaron de nuevo los trabajos en 1883. El año siguiente fueron puestos en funcionamiento los grandes motores, es decir á los diez años de su armazón, y se dió principio á las obras para la mejor filtración de agua, y también á la colocación de la nueva cañería de agua. Durante el primer período de actividad se habían construido la mayor parte de los grandes conductos de agua de tormenta, y la construcción de las cloacas, que no se había adelantado mucho, fué ahora proseguida con vigor. En los años 1884 y 1885 llegaron casi á completarse las obras, hasta donde se habían emprendido en esa época, pero en 1886 se produjo una suspensión completa de las operaciones, de manera que ningún provecho pudo sacarse aún de los importantes trabajos efectuados durante los años anteriores. Las obras relacionadas con la provisión de agua estaban casi terminadas, con excepción del

depósito de servicio, mientras que la única parte de las de desagüe que todavía faltaba era el sifón debajo del Riachuelo, si bien, en ambas secciones, quedaban aún por ejecutarse numerosos trabajos subsidiarios.

Hasta esa época las obras se habían construido sobre la base de una población de 200,000 almas, ó sea la misma cifra que se había adoptado diez y seis años antes. El censo de 1887 acusó, sin embargo, una población de 425,000, y era evidente que ella estaba aumentando rápidamente. En estas circunstancias, pues, resolvió el Gobierno confiar la terminación de las obras á particulares, y después de prolongadas discusiones en el Congreso, y de bien debatidas negociaciones financieras, se hicieron arreglos, en Julio de 1888, en virtud de los cuales se confiaba la terminación de las obras á una Compañía formada en Lóndres, la que emprendió su ejecución y conservación en las condiciones siguientes:

La Compañía compró las obras tal cual estaban por la suma de £4,200,000 ($21,000,000 oro), y se comprometió á completar todas las inconclusas, y á construir los ensanches correspondientes á una población total de 500,000, ó sea á un consumo diario de 91,000,000 litros. En compensación debía la Compañía percibir la renta de las obras por un período de treintinueve años, sobre la base calculada de $72 oro al año por casa, siendo de trece el promedio de los habitantes de cada una.

Durante los años de 1889 y 1890 adelantaron rápidamente los trabajos, y se dió principio, en este último año, á la construcción de las cloacas domiciliarias, pero nuevamente se produjeron entorpecimientos políticos y financieros que dieron lugar á otra suspensión de las operaciones. La crisis que se había manifestado llegó á su colmo cuando se produjo una insurrección armada, y se depreció el valor del papel moneda inconvertible de manera á imposibilitar á la Compañía el poder cobrar el impuesto correspondiente á la cantidad de oro en que había basado sus operaciones. Al tiempo de otorgarse la concesión, esa suma ascendía á una anualidad de $120 de moneda legal por casa, pero en las circunstancias referidas dicha cantidad de moneda legal no rendía sino $30 oro al año en lugar de $72. La imposibilidad de aumentar suficientemente el impuesto para compensar esa diferencia, y la negativa de muchos de los habitantes á pagar cuota alguna, con además las dificultades á que dió lugar la suspensión de los Sres. Baring obligó á la Compañía á devolver las obras al Gobierno. Esta trasferencia fué arreglada sobre la base de que la Compañía habría de recibir $25,500,000 en bonos de Obras de Salubridad á 80%, además de otras concesiones, siendo al rededor de £5,000,000 el valor total de lo recibido al precio de entonces de dichos bonos. Al recuperar

la posesión de las obras, el Gobierno redujo inmediatamente el impuesto al 5 % sobre el alquiler, cuya rebaja importó una fuerte merma en las entradas, y actualmente el producto líquido dista mucho de alcanzar para el pago de intereses sobre el capital invertido.

Es evidente que en estas circunstancias es tarea muy difícil el calcular el costo absoluto de las obras. Las sumas referidas representan gastos de distinto género con los que nada tiene que ver el ingeniero, y el asunto se complica más aún por el hecho de que mientras las obras estuvieron en manos de la Compañía la Oficina técnica no tenía ningún control en lo que se gastaba, ni conocimiento de su importe, y también de que, cuando la oficina del autor dejó la dirección de las obras, las varias partes de las mismas se hallaban en diferentes grados de adelanto, habiendo sido solo parcialmente ejecutado el ensanche emprendido, ó sea desde la base primitiva á la más extensa. Luego muchos de los pagos, cuyo monto ha podido conocerse, fueron hechos en moneda de curso legal, el valor del cual varía de dia en dia. El autor ha procurado, sin embargo, el formar una estimación tan exacta como posible del costo total de las obras, eliminando todas las partidas de gastos incidentales, y también de las sumas necesarias para construir lo que aun falta para terminar las obras sobre la base de 91,000,000 litros de agua por dia. En el apéndice II se consigna el resultado de estos cálculos. En todos los casos los pagos en moneda de curso legal se han reducido á pesos oro al tipo del dia en que vencieron.

Resulta que el costo total de las obras para la provisión de agua es de $10,304,000 oro, ó de $12,635,000 si se incluye el valor de las obras anteriores y el de los terrenos, y el importe de los gastos administrativos. Para las obras de desagüe estas cifras son, respectivamente, $13,573,000 y $15,105,000 siendo el costo total de las obras de $27,740,000.

Las sumas invertidas durante los dos primeros períodos ascendieron á $19,098,000, ó sea una suma bastante inferior á la de $21,000,000 en que se vendieron las obras. Debe advertirse, sin embargo, que la suma anterior no incluye una cantidad de partidas, como ser la fábrica de ladrillos y los depósitos, los que, aun cuando no formaban parte de las obras propiamente dichas, se incluyeron en los bienes transferidos á la Compañía. Luego la cuenta oficial de capital incluye otras sumas, como ser compensaciones por la suspensión de los trabajos, y el costo de la conservación de ciertas partes de las obras mientras permanecieron improductivas, lo mismo que el de cantidades considerables de cañería y de otros materiales comprados con destino á las obras, pero empleados en otros fines públicos, cuyas sumas no se han incluido en el mencionado cálculo. Lo gastado en

las obras para la provisión de agua, distribuido entre una población de 500,000, importa, pues, $25 oro por habitante, y $30 oro lo invertido en las obras de desagüe.

Si comparamos el costo de la provisión de agua con el de obras similares en los Estados Unidos y en Inglaterra, resulta que en aquel país el costo por habitante, en ventiuna de las ciudades más importantes que se surten por medio de las bombas, asciende á $28, siendo el consumo medio de 330 litros. En Inglaterra el promedio de veinte de las ciudades más grandes, con un consumo de 136 litros por habitante, es de $19. El costo de estas obras en Buenos Aires, pues, no difiere mucho del que rige en los Estados Unidos. Al comparárselo con el de obras similares en Inglaterra, es necesario tener muy en cuenta las circunstancias en que ellas fueron ejecutadas.

Al tiempo de proyectarse estas obras, no se había emprendido nada en la República que pudiera comparárseles, y luego la mayor parte de los materiales empleados en su construcción fueron traidos de Inglaterra, una distancia de cerca de 10,000 kilómetros en una época cuando los fletes eran altos.

Los siguientes son algunos de los precios unitarios de uno de los principales contratos, en virtud del cual se construyó una parte considerable de las obras, estando entonces el peso nacional aproximadamente á la par :—

	$ oro
Ladrillos	21 el millar.
Cimento portland . . .	33 la tonelada.
Cascotes de ladrillo . . .	5 " "
Arena	5 " "
Fábrica de ladrillo en cimento .	33 el metro cúbico.
Hormigón, 6 por 1 . . .	26 " " "
Sillares de granito . . .	120 " " "
Madera de pino	54 " " "
Jornal de peón	1 por dia.
Jornal de oficial . . .	2 á 3 " "

Después de decretarse el curso forzoso en el año 1885, se produjo mucha confusión en los precios de todos los artículos. Como era natural, los importados mantuvieron su valor á oro, mientras que los productos del país eran de menor valor, con relación al oro, á medida que subía el precio á que se cotizaba éste.

Durante este período el precio más bajo de los ladrillos fué de $17.50 oro, el millar, y el del cimento Portland de $21 la tonelada, mientras que el jornal de peón fluctuaba entre $1 oro y 40 centavos.

El aumento en el premio de oro afectó naturalmente el costo relativo del hormigón y de la fábrica de ladrillo, y resultó que con el peso de curso legal á la mitad de su valor nominal el costo de éstos era igual.

APÉNDICE II.

TOTAL DE LO GASTADO, Y CANTIDAD QUE SE CALCULA NECESITARSE, PARA COMPLETAR LAS OBRAS SOBRE LA BASE DE 91,000,000 LITROS DE AGUA POR DIA.

—	Primer período 1874/81, Gobierno de la Provincia.	Segundo período 1882/8, Gobierno Nacional.	Tercer período 1888/91, En manos de la Compañía.	Cuarto período, posterior, Gobierno Nacional.	Total.
A. *Provisión de Agua.*	$ oro	$ oro	$ oro	$ oro	$ oro
1. Costo de construcción:—					
Certificados y cuentas . .	3,879,000	1,962,000	2,023,000	328,000	8,192,000
Calculado	—	—	1,065,000	—	1,065,000
Gastado en la construcción de las obras para la provisión de agua hasta fin de 1893 .	—	—	—	—	9,257,000
Costo de completar las obras:—					
Materiales comprados . .	—	—	—	42,000	42,000
Calculado	—	—	—	1,005,000	1,005,000
Costo total de las construcciones	3,879,000	1,962,000	3,088,000	1,375,000	10,304,000
2. Otras partidas— (Construcción de obras antiguas, proporción de terrenos, y gastos generales)					
Certificados y cuentas . .	1,088,000	268,000	—	—	1,356,000
Calculado	—	—	705,000	270,000	975,000
Costo total de las obras para la provisión de agua . . .	4,967,000	2,230,000	3,793,000	1,645,000	12,635,000
B. *Desagües y Cloacas.*					
1. Costo de construcción:—					
Certificados y cuentas . .	5,385,000	5,588,000	648,000	—	11,621,000
Calculado	—	—	1,575,000	—	1,575,000
Gastado en desagües y cloacas hasta fin de 1893 . .	5,385,000	5,588,000	2,223,000	—	13,196,000
Costo de completar las obras:—					
Materiales comprados . .	—	—	—	174,000	174,000
Calculado	—	—	—	203,000	203,000
Costo total de las construcciones	5,385,000	5,588,000	2,223,000	377,000	13,573,000
2. Otras partidas— (Proporción de terrenos, y gastos generales)					
Certificados y cuentas . .	571,000	357,000	—	—	928,000
Calculado	—	—	521,000	83,000	604,000
Costo total de las obras de desagüe y cloacas . .	5,956,000	5,945,000	2,744,000	460,000	15,105,000
Costo de las obras enteras . $ oro	10,923,000	8,175,000	6,537,000	2,105,000	27,740,000

APÉNDICE III.

Año.	Consumo medio en 24 horas.	Población servida aproximada.	Proporción de habitantes, entre los que reciben agua, que hace también uso de las cloacas. por cien o.	Consumo medio diario por habitante.
	Litros.			Litros.
1874	3,550,000	32,000	—	111
1875	3,660,000	36,200	—	100
1876	3,770,000	40,000	—	94
1877	3,800,000	43,500	—	87
1878	4,100,000	46,800	—	87
1879	4,450,000	53,500	—	83
1880	4,750,000	63,250	—	75
1881	5,250,000	70,000	—	75
1882	5,500,000	71,000	—	77
1883	6,200,000	73,100	—	85
1884	10,350,000	77,000	—	134
1885	11,400,000	82,500	—	138
1886	13,400,000	88,500	—	154
1887	13,800,000	101,300	—	137
1888	16,800,000	132,000	—	128
1889	19,100,000	151,000	—	127
1890	25,800,000	170,000	—	152
1891	36,000,000	190,000	20	190
1892	48,400,000	239,000	40	202
1893	63,000,000	284,000	60	222
1894	74,400,000	321,000	70	233
1895	83,000,000	376,000	67	221

1884. Pusiéronse en servicio las nuevas máquinas.
1887. Púsose en servicio la nueva canería.
1890. Empezáronse las cloacas domiciliarias.
1893-4. Estación cxcepcionalmente seca.

APÉNDICE IV.

ESTADÍSTICA DE LA POBLACIÓN Y DE LA MORTALIDAD EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES, CON EXCLUSIÓN DE LOS SUBURBIOS.

——	1887.	1895.
Población al fin del año . . .	408,337	580,000
Proporción de la población al fin del año, que hacía uso de las cloacas .	Nula	45
Mortalidad durante el año . .	12,938	13,394
Mortalidad por mil	32.0	23
Mortalidad por mil, de fiebre tifóidea	0.675	0.29

APÉNDICE V.

Comparación de la Mortalidad causada por las principales Enfermedades infecciosas en ocho años, 1888-95.

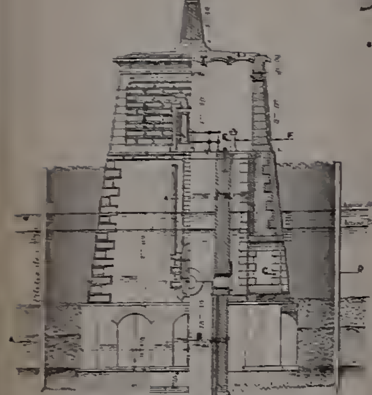
Año.	Proporción de la población que hace uso de las cloacas, térmiuo medio del año.	Viruela.	Difteria.	Fiebre Tifóidea.
	Por ciento.	Por 1000.	Por 1000.	Por 1000.
1888	Cero	1.56	3.09	0.85
1889	Cero	0.28	1.59	0.91
1890	Cero	4.20	1.92	1.18
1891	8	1.14	1.18	0.79
1892	20	0.055	1.08	0.39
1893	30	0.027	1·14	0·36
1894	40	0.011	0.75	0.36
1895	43	0.430	0.63	0.29

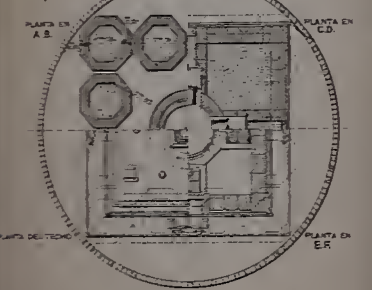


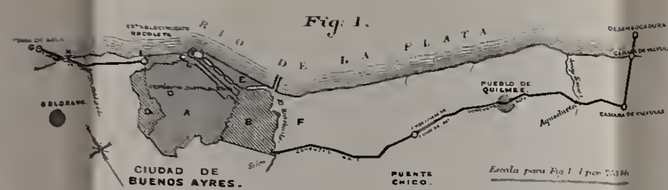
IMPRENTA DE
GILBERT & RIVINGTON, LTD.
ST. JOHN'S HOUSE, CLERKENWELL, LONDRES

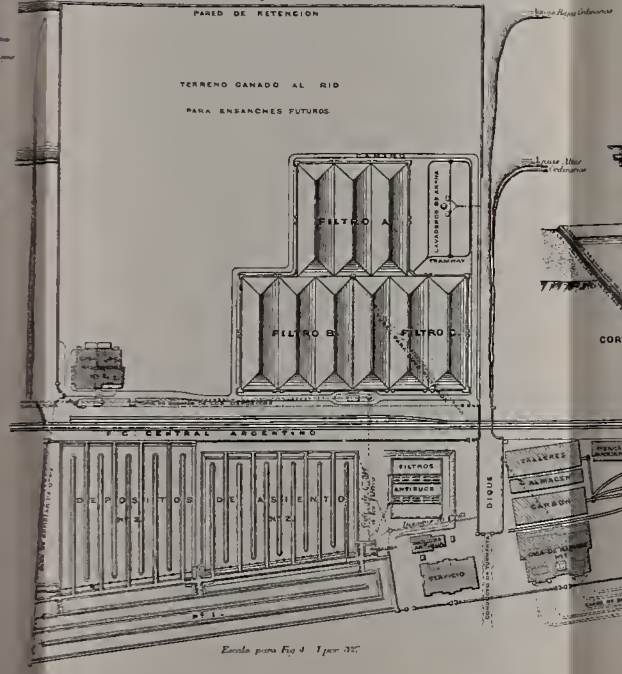
OBRAS DE SALUBRIDAD DE BUENOS AIRES.

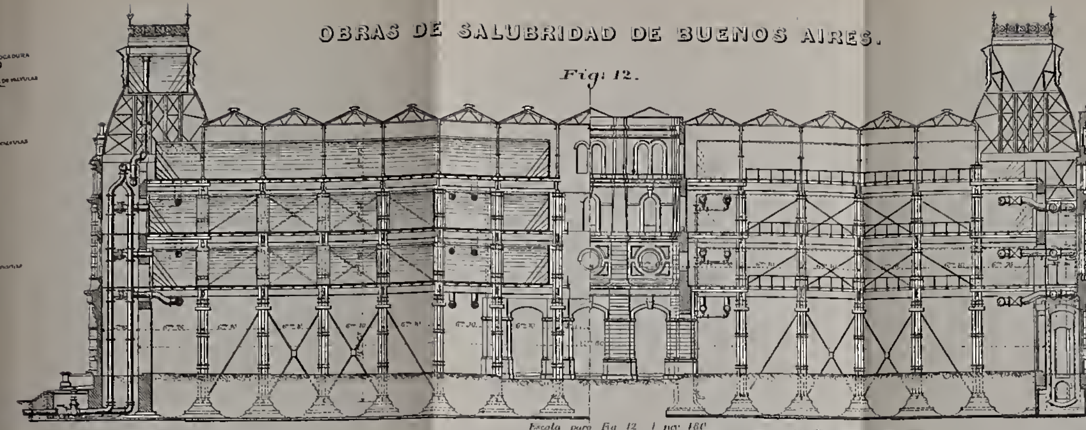
LAMINA I

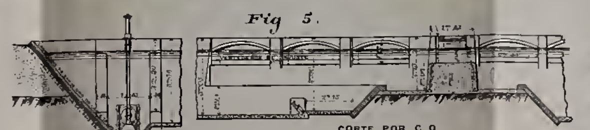


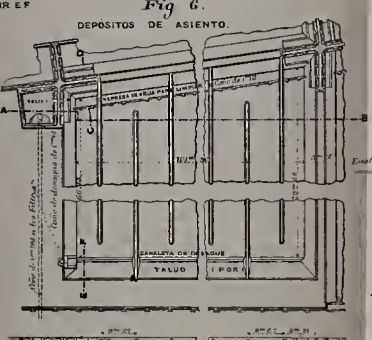


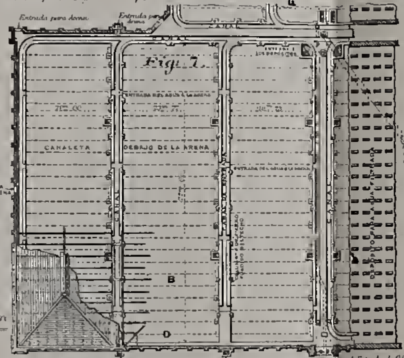




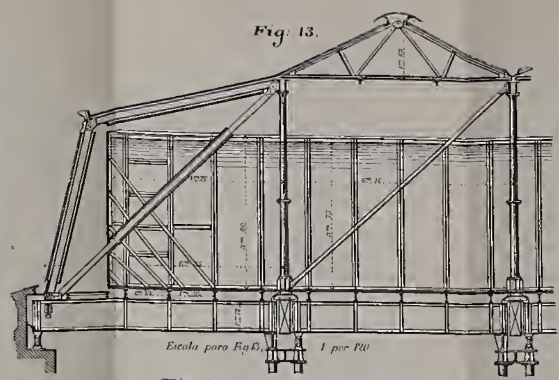


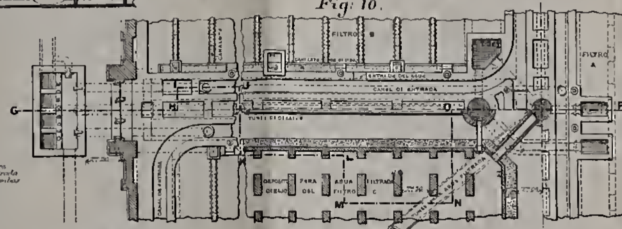


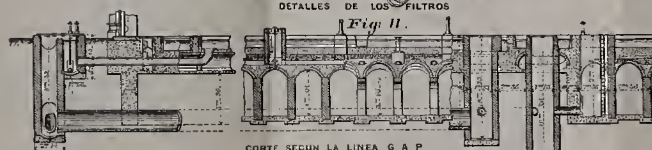




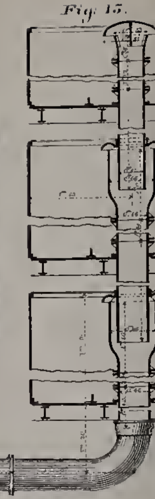


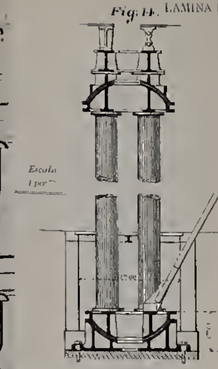


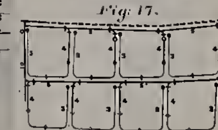


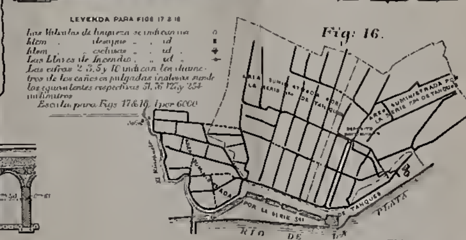


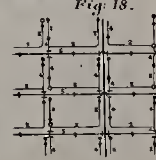












THE ... LITH. 4 KING ST COVENT GARDEN.

OBRAS DE SALUBRIDAD DE BUENOS AIRES.

Fig: 19.

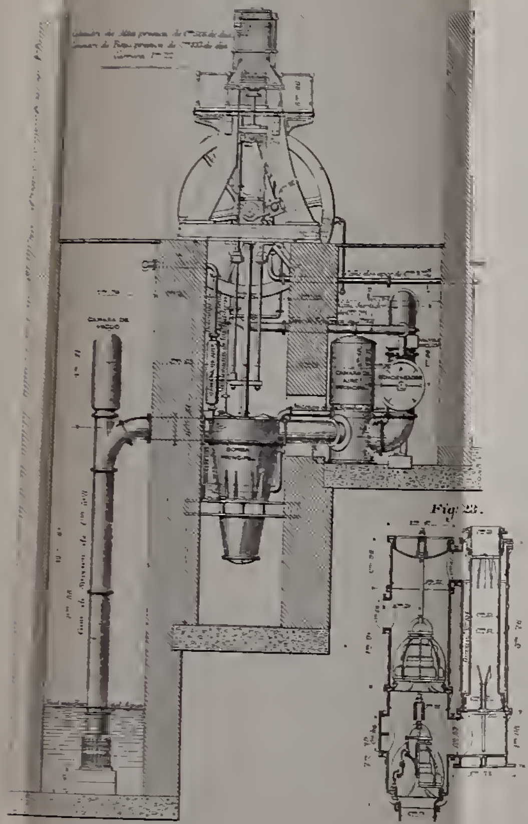


Fig: 23.

Escala para Fig. 23 1 por 100

Fig: 20.

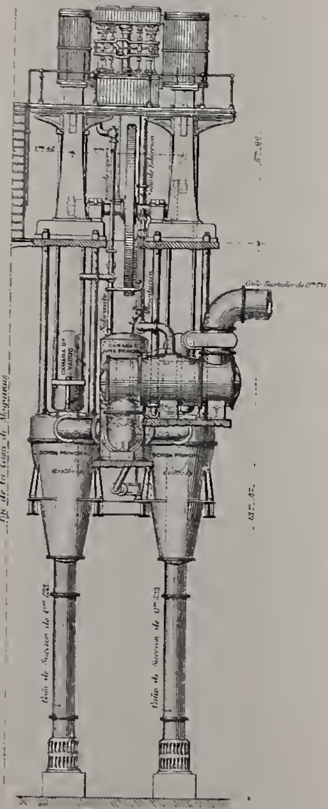


Fig: 21.

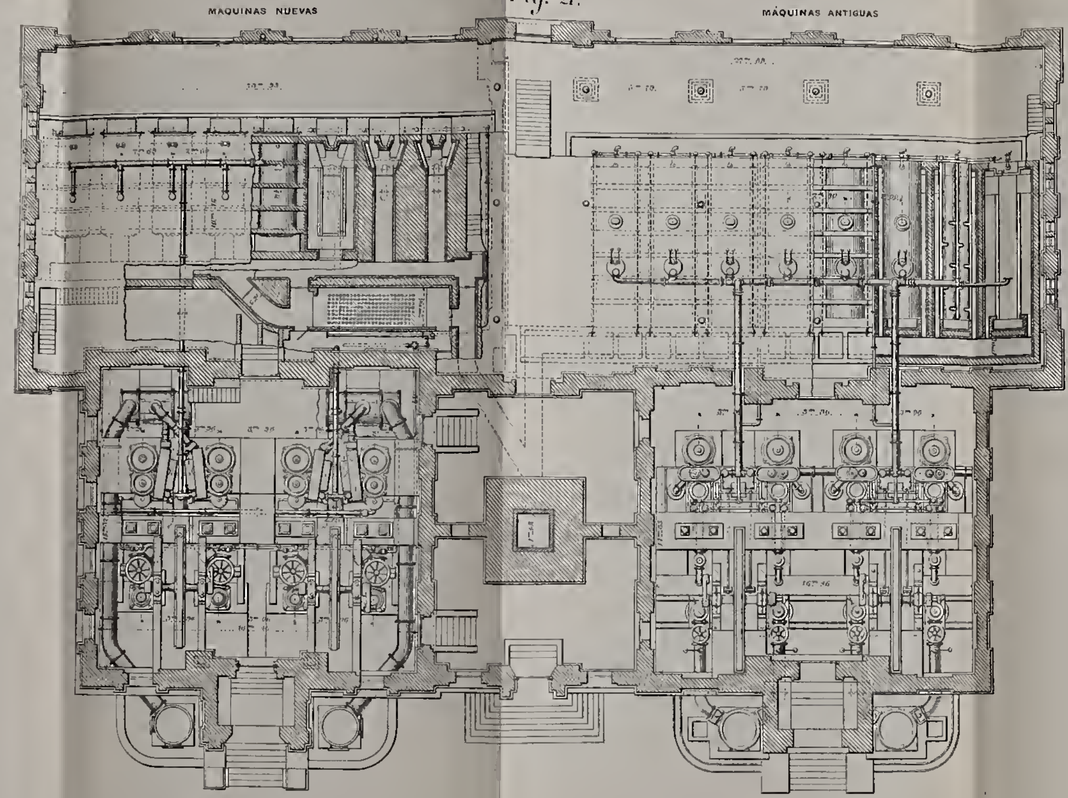
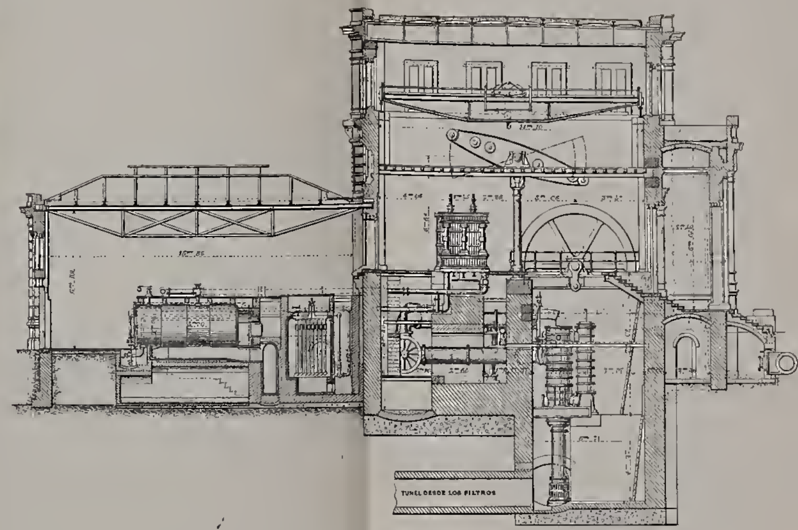


Fig: 22.



Escala para Figs. 19 y 20 1 por 123

Escala para Figs. 21 y 22 1 por 243

THOS KELL & SON, LITH. 40 KING ST.

OBRAS DE SALUBRIDAD DE BUENOS AIRES.

Fig. 24. Fig. 25. Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29. Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32. Fig. 33. Fig. 34.

CLOACA INTERCEPTORA

Fig. 35.

Los Conductos de Agua de Tormenta, y construidos ó indicados ——
Conductos proyectados - - - -
Puntos de entrada para Agua de Tormenta ○

RIO DE LA PLATA

Fig. 36. Fig. 37. Fig. 38.

Puntos de recepcion de las Aguas servidas en los Distritos de gravitacion ○
Establecimientos de Bombas a vapor ●
id. id. Presion hidraulica ●
Casa central de Fuerza motriz hidraulica ●

Escala para Figs. 35 y 37 1 por 75000

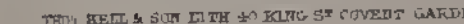
ESCALAS

Figs. 24 y 25	1 por	381
id. 31 32 33 y 42	1 por	127
id. 28 36, 38 49 y 50	1 por	96
id. 27 29 30 45 y 51	1 por	18
id. 34	1 por	24
id. 46 47 y 48	1 por	16
id. 39, 40 y 41	1 por	180

Fig. 39. Fig. 40. Fig. 41. Fig. 42. Fig. 43. Fig. 44. Fig. 45. Fig. 46. Fig. 47. Fig. 48. Fig. 49. Fig. 50. Fig. 51.

CORTE POR a a CORTE POR b b

CLOACA COLECTORA



22